بسم الله الرحمن الرحيم

﴿... وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاء كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ ... ﴾

صدق الله العظيم

أولا المـــــــــــــــــــــاء

يكون المـاء حـوالي 70-95% من مكونـات الخلايا الحية ، كما يعتبر الماء وسط مناسب لجميع العمليات الحيوية والكيميائية فى الكائنـات الحية ، كما أن المـاء مـذيب حيـوي لكثـير من المكونـات الحية ذات الخـواص الألكتروليتية سـواء كـانت الكتروليتـات قوية مثل أملاح NaCl أو KCl واليكتروليتات ضعيفة مثل حمض الخليك

ويعمل المــاء على إذابة المــواد العضــوية فى الجسم أيضــاً فيسهل إنتقالها من خلية إلى أخرى، والكائنات وحيدة الخلية تأخذ ما تحتـاج إليه من مـاء بواسـطة خاصـية الإنتشـار الغشـائي ، أما الكائنات الأخرى عديدة الخلايا فتتنـاول المـاء عن طريق الأعضـاء الخاصة بذلك فيصعد الماء إلى علو شـاهق فى الأشـجار بواسـطة قوة الجذب السطحي عن طريق الشـعيرات الدقيقة أو عن طريق ارتباط البناء العضوي بالماء ، وهى ظاهرة الماء المرتبط أو المـاء الحبيس ، بالنسبة لعامل النمو والخبرة فـإن النبـات يسـحب المـاء من التربة بصفة ثابتة متغلباً على قوة الثقل ، وفي الحيوان فـإن الجهـاز العصــبي المركــزي يعمل على تنظيم كمية المــاء اللازمة للجسم . وعند انخفــاض كمية المــاء فى الجسم يتولد الإحســاس بالعطش فيتناول الشخص كمية الماء اللازمة لتعويض نقص المـاء فى الجسم . ويجب ملاحظة أنه تتكون فى الجسم كمية من المـاء نتيجة لأكسدة المواد العضوية مثل السكريات إلى H_2O ، Co_2

ويتواجد الماء فى الأنسجة على عدة صور أو حالات منها :

(1) الماء المرتبط :

وهـذه الظـاهرة تنسب إلى جزيئـات المـاء بمكونـات الجسم وكذا إلى تلاصق الماء بين الجزيئات الليفية والأغشية .

(2) الماء الأيدراتي :

وينسب وجود هذه الصورة من صور الماء نتيجة للإتحاد غــير المتماسك لجزيئـات المـادة المذابة أو أيوناتها مع جزيئـات المـاء المذيب

(3) الماء الحر :

ترتبط بعض جزيئات الماء فى الخلية مع بعضها ارتباطـاً قويا والبعض الآخر يرتبط ارتباطا ضــعيفاً لــذا لا يمكن وضع حد فاصل بين المــاء المرتبط والمــاء الحر ، وكــذلك يجب ملاحظة أن كمية الماء الأيدراتي ضئيلة إذا ما قــورنت بكمية المــاء الحر فى الجسم وهو ماء السوائل البيولوجية .

هذا ويكتسب الماء خواصاً طبيعية أخـرى حسب الـدور الـذى يقوم به فى شتى العمليـات الحيوية فحرارته النوعية العالية تمنع رفع درجة الحــرارة فى الجسم ، كما أن للمــاء القــدرة على إذابة كثير من مكونات الخلية أو البروتوبلازم

* خــواص المــاء :

يعتبر الماء ناتج من ارتباط الأيدروجين بالأوكسجين ، كما أن الأيدروجين يرتبط مع الكبريت ليكون H_2S ، ويرتبط بالنيتروجين ليكون NH_3

ولكن الماء يتميز عن هذه المركبات بالآتي :

1-درجة غليان عالية
2-درجة إنتشار عالية
3-جذب سطحي أكبر
4-درجة تبخر أعلى من مثيلاتها في NH_4 ، H_2S
5-يتمــيز المــاء بقــوة التصــاق عالية بين الجزيئــات بعضــها البعض

إذا لابد من وجـود أسـباب تجعل من جـزئ المـاء متمـيزا عن المركبات الأخرى المرتبطة بالأيدروجين ولتوضيح ذلك يجب إلقـاء الضوء على التركيب الكيميائية للماء يتكـون جـزئ المـاء من ذرتي الهيدروجين H مع ذرة أكسجين O ويكون التوزيع الإلكتروني لهما كما يلى :

- الأيـدروجين : **يحتل قمة توزيع العناصر فى الجدول الـدوري ولــذلك فــإن اليكــترون الأيــدروجين يوجد فى المــدار الأليكتورني IS وهو المستوى الأول من مستويات الطاقة**
- الأكســـــجين : **O_8 وهو يمثل العنصر رقم 8 فى الجـــــدول الدوري ، حيث يحتوى المسـتوى الأول من الطاقة IS على زوج من الإليكترونات ويحتوى المستوى الثــاني على تحت مستويين**

2S-1 ويحتوى على زوج آخر من الاليكترونات

2P-2 ويحتـوى على 4 اليكترونـات موزعة على اوربيتالاته الثلاثة Pz , py. Px كالآتي

$$80 = Is^2\ 2S^2\ 2Px^2 \qquad 2Py^1 \qquad 2pz^1$$

وعند ارتباط ذرة الهيدروجين مع ذرة الأوكسجين فإنه يحدث تــداخل بين تحت المســتوى S الــدائري فى ذرة الهيــدروجين مع تحت المستوى Sp الكمثرى الشكل .

ويلاحظ أنه رغم تعــادل جــزئي المــاء كهربيــاً إلا أن اختلاف ميل الأليكترونات لكل من o , H يجعل الإليكترونـات أكـثر ميلا للأكسجين مما يضفى عليه شحنة جزيئية سالبة δ^- ويقابل ذلك أن يكون على الأيدروجين شـحنة جزيئية موجبة δ^+ وطبقـاً لدراسـات فان درفالس فإن جزئ الماء المتكون يكون قطبي ولـذلك نجد أن جزئ الماء يصفح هالة من التــأثير المغناطيسي يكـون نصف قطر فاندرفالس لذرات الأيـدروجين فى هـذا المجـال 0.12nm ونصف قطر فانـــدرفالس للأكســـجين 0.14nm وقد تحـــدد نصف قطر فاندرفالس بأنه المسافة بين الذرة ونهاية المجال المغناطيسي . وفائـدة الهاله المغناطيسـية تـؤدي إلى تجـاذب جزيئـات المـاء مع بعضــها البعض عن طريق الجــذب بين الشــحنات الجزئية الموجبة والشحنات الجزئية السـالبة . وفيما يعـرف بالرابطة الهيدروجينية وعلى أسـاس هـذه الرابطة يمكن تفسـير ما يتمـيز به المـاء من ارتفاع درجة الغليان وإرتفاع درجة التجمد . وارتفاع قيمة الجــذب السطحي وكذل زيادة التصاق الجزيئات بعضها البعض .

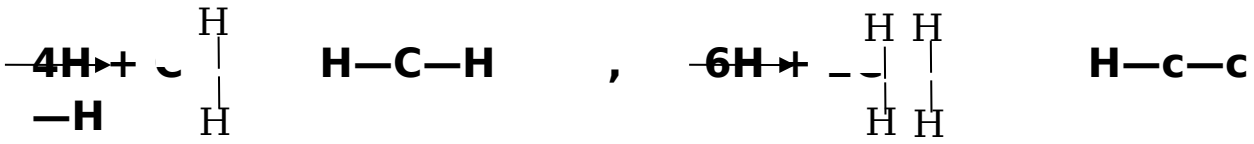
وعند مقارنة التجاذب بين جزيئات الماء بعضها وبعض نجد أن كمية الطاقة اللازمة للتخير ΔH تساوي 540 K.cal / g ، بينما ΔH للبنزين 94 K .cal /g ويرجع ذلك إلى وجود الرابطة الهيدروجينية فى المـــاء . حيث توجد هـــذه الرابطة فى المـــاء على مســـافات مختلفة طبقا للحالة التى يوجد عليها الماء (صلب – سـائل – غـاز)

دور المـاء فى إذابة المركبـات المختلفة : تتكـون المركبـات من خلال :

1) الرابطة الأيونية مثل $Na^+ + Cl^- \longrightarrow Na + Cl$

والارتبـاط بين الصـوديوم والكلـور غـير موجه باليكترونـات التكـافؤ ولكن حينما يتقابل مجـال الكلوريد مع مجـال الصـوديوم يحدث جذب اليكتروستاتيكي

2) مركبات لا تستطيع فقد اليكترونات التكافؤ وكذلك لا تسـتطيع اكتساب الكترونات فهذه الذرات تكـون مركبـات بمشـاركة بعضـها البعض فى الكترونات التكافؤ :



وفى هـــذه المركبـــات نجد أن ذرات المـــركب متعادلة فى إستعمالتها لإكترونات الروابط وبالتالي لا يتكـون عليها أقطـاب ، وتعرف بالمركبات اللاقطبية :

ومن بين هذه المركبات العضوية :

أ- مركبات تحتوى على ذرات غريبة مع H,C مثل :

ميثانول $CH_3—OH$ كلور إيثان $CH_3—CH_2-Cl$

وهـذه المركبـات بـالرغم من كونها مركبـات عضـوية إلا أن الذرات الغريبة تكون أكثر استمالة لإلكترونات الرابطة التسـاهمية بينها وبين الأيــدروجين أو بينها وبين الكربــون ، ويــؤدي ذلك إلى انحياز الألكترونات إلى الذرة الغريبة فتحمل شحنة جزيئية سالبة $^-$

δ ويحمل الأيدروجين والكربون شـحنة جزيئية موجبة δ^+ وبالتـالي تتكون مركبات قطبية من المركبات العضوية .

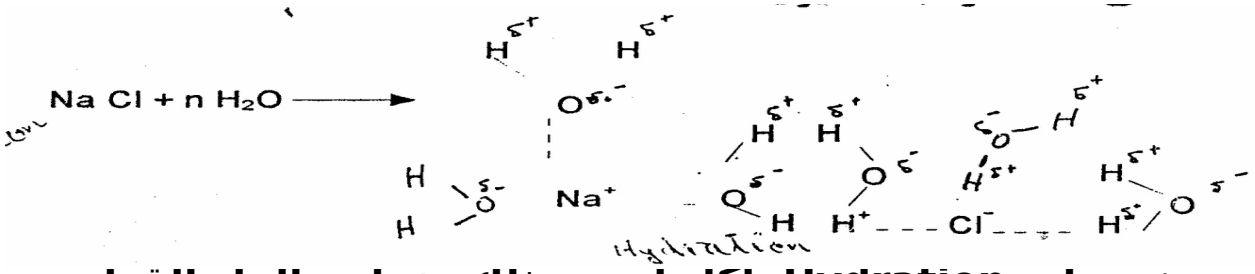
ب- مركبات تتميز بوجود مجموعة قطبية مثل COOH- مع سلسـله هيدروكربونيه غير قطبية مثل الأحماض الدهنية R—COOH

ج- مركبـات تمـول فيها الرابطة التعاونية من جـزئ أو ذرة لـديها اليكترونات زائدة عن الكترونات التكافؤ وتمول من جانب واحد .

H3N: + H+ H3N+ H Ammonium ion

كيفية إذابة المركبات السابقة بواسطة الماء :

1- فى حالة المركبات الأيونية :



تحدث عملية Hydration لكل أيون وذلك بخواص الماء القطبية

وبـذلك يعتـبر المـاء مـذيب جيد للمركبـات الأيونية والـتى لا تذوب فى المذيبات الغير قطبية مثل الكلورفورم والبنزين .

ويلاحظ أن جزيئات الماء تحاول أن تباعد بين أيونات الرابطة القطبية ويظهر ذلك فى تـــأثير المركبـــات الأيونية والمـــاء على الشكل البللوري والبناء الفراغي لجزيئـات المـاء . وبالتـالي فـإن المركبات الأيونية فى الماء تتغير من :

1-درجة تجمد الماء
2-درجة غليان الماء
3-درجة تبخير الماء

وهذا يوفر حماية للكائنات الحية فى الظـروف المتغـايرة من جـردات الحـرارة أي تحـدث عملية أقلمة بين الظـروف المحيطة والمكونات الخلوية .

4-تغـير الضـغط الأسـموزي للمـاء وبالتـالي يـؤثر على محصـلة الضغط الأسموزي للخلية الحية.

2- يذيب المـاء مجموعة من المركبـات العضـوية نظـراً لقطبية هـذه المواد فى النظام الحيوي ومن أهمها :

السكريات (الجلوكوز والفركتوز والسكروز ....)

بعض الأحماض الأمينية القطبية (القاعديه – الحامضية)

وذلك بواسـطة تكـوين الروابط الهيدروجينية بين المركبـات والمـاء مما يسـهل ذوبـان المركبـات الحيوية فى الوسط المـائي للنظام الحيوي

هذا ويعتبر ذوبان المركبات العضـوية مثل النشـادر NH3 فى الماء أو إمـرار HCl (كجـزئ) فى المـاء يعتـبر ذوبـان كيميـائي ، حيث تتفاعل المادة المذابة مع الماء

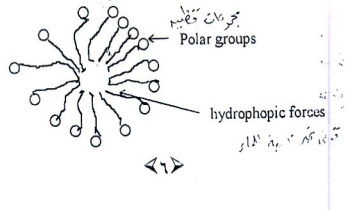
$NH_3 + HOH \rightarrow NH^+_4 + OH^-$

$HCl + HOH \rightarrow (H_3O)+ + Cl^-$

علاقة جزيئات الماء بالمركبات الغير محبة للذوبان فى الماء :

هـذه المركبـات مثل الأحمـاض الدهنية والـتى تتمـيز بأصل هيدروكربوني غير محب للماء ومجموعة كربوكسيل قطبية

يقـوم المـاء بتوزيعها فى صـورة جزيئـات منتشـرة أو مفتته فى صـورة نظـام يعـرف بالميسـيل Micelles . مثل إذابة ملح أوليـات الصـوديوم Sod oleate في المـاء حيث نجد أن كل مجموعة من مجموعات Oleate وجزيئات الماء تـترتب فى صـورة دائرة تعرف بالـ micell ، حيث تتجه بين الجزيئات hydrophopic force وبالتالي يعمل بالماء على توزيع أو انتشار هذه المركبات الـتى تتمـيز بأنها مزدوجة النفاذية بما لـديها من نظـام يتـوائم والنظام المحب للماء وكـذلك النظـام الكـاره للمـاء . ويـوفر هـذا النظـام حماية وانتشـار لكثـير من الجزيئـات الحيوية فى الوسط المـائي الحيـوي . مثل الفوسـفوليبيدات . وتكـون منتشـرة فى الوسط المـائي وتسـاعد على إذابة المـواد الدهنية ومنع تسـريبها فى الأوعية الدموية . ولـذلك تمسى بالمنظفـات احليوية ، حيث أنها توجد فى النظـام الحيـوي وتنظف الأوعية الدموية ، وكـذلك جزيئات البروتين التى تكون مستحل [illegible] النظـام الحيوي



الأتزان الأيوني فى الماء :

يعتبر المـاء الوسط الرئيسي الـذى تنقسم فيه الإليكترونـات electrolytes المختلفة ، وبما أن المحاليل المائية هى أكـــثر أنواع المحاليل شـيوعا لـذلك يعتـبر الإتـزان بين المـاء وأيوناته ذو أهمية كبرى .

وبما أن المـــاء النقي يوصل التيـــار الكهـــربي بدرجة قليلة ، فيمكن تفسير ذلك بـأن درجة تـأين المـاء ضـعيفة وبـذلك يحتـوى الماء النقي على كمية كبيرة جداً من الجزيئات غير المتأينة .

حساب تركيز أيونات الأيدروجين فى الماء النقي

$$H_2o \rightleftharpoons H^+ + oH^-$$

$$K = \frac{[H^+]}{[OH][H_2o]}$$

حيث K هو ثابت التفكك الأليكتروليتي للماء

$$H_2o = C_{H2o} - H^+ = C_{H2o} - OH^-$$

حيث C_{H2o} يسـاوى تركـيز جزيئـات المـاء – ولما كـانت درجة تفكك الماء صغيرة جداً لذا يمكن القول بأن

$$H_2o = C_{H2o} = 5.5.5 = \frac{100}{18.0} \text{ mol / L}$$

$$K = \frac{(H^+)}{(H_2o)} = \frac{(H^+)}{55.}$$

$$H_2(H^+)\ (\ OH^-\ ) = K.\ 55.5$$

ويسـمى $(OH)^-$ (^+H)ـ بالحاصل الأيـوني للمـاء = K_{H2o} = Kw أو ثابت انقسام الماء

ولقد ثبت بالتجربة أنه عند درجة 20 -25˚ م يكون

$$(\ H^+)\ (\ OH)^-\ = K_{H2o} = 1X\ 10^{-14}$$

وبما أن تركيز ^-OH = تركيز ^+H

$$(H^+) = (OH)^- = 10^{-7}$$

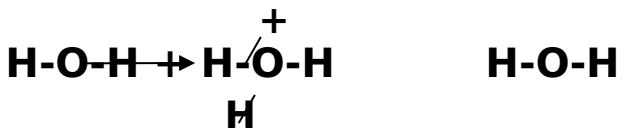
$$pH = -\log H^+ = -\log 10^{-7} = 7$$

$pOH = - \log OH^- = - \log 10^{-7} = 7$

في الماء النقي يتساوى رقم pH مع poH وقيمة كل منهم = 7

ولكن إذا أضيف إلى الماء النقي حامض فيزيد أيونات +H وتقل قيمة pH وتزيد قيمة pOH ، وبالعكس إذا أضيف إلى الماء النقي قلوي فتقل أيونات +H ويزيد أيونات -OH فتزيد رقم pH ويقل رقم pOH

ملحوظة : عند تآين جزيئات الماء يتحد 2 جزئ ماء ويتكون ما يعرف بـ Hydronum ion



وعادة ما يكتب أيون الأيدروجين للإختصار فى صورة بروتون H^+ إلا أن هذا الشكل لتكوين الأيون الموجب فى الماء لا يمكن تواجده فى هذه الصورة القطبية ، وعندما يحدث Hydration الأيون الـ hydronum وحدث ذلك عند تجمع جزيئات الماء حول الأيون من خلال تكوين الرابطة الهيدروجينية ثم ينتقل بروتون H^+ من hydronum إلى جزئ الماء الذى يليه . وبالتالي تحدث هجرة بروتون H^+ من hydronum ion إلى hydronum ion آخر مجاور له .

تنظيم التوازن المائي فى جسم الإنسان :

يحتوى جسم الإنسان على حوالي 60 ـ 70% من وزنه ماء . ويوجد هذا الماء داخل الخلايا (40-45%) وفى الدورة الدموية (8-10%) والباقي يتحرك بين أنسجة الجسم المختلفة ، ويستهلك الشخص البالغ فى اليوم العادي ما بين لتر ونصف إلى ثلاثة لترات من الماء يومياً . يزيد حسب درجة حرارة الجو وكذلك حسب المجهود الذى تقوم به . ونوع الغذاء الذي يتناوله وأيضاً الحالة الصحية للشخص . ويجب أن يكون هناك اتزان بين كمية الماء التى يستمدها الكائن الحي وكمية الماء التى يفقدها عن طريق البول والعرف وهواء الزفير ، فإذا زاد ما يفقده الجسم عن 10 :ـ 20% من وزنه يبدأ التدهور الجسمي والذهني الذى يؤدي إلى غيبوبة قد تنتهى بالموت .

والاحساس بـالعطش يبـدأ فى المخ وليس فى الحلق ، ففى منطقة المهاد البصري توجد مراكز خلوية تقوم بمعايرة الماء فى الدم الذى يمر به لحظة بلحظة ، فعنـدما يقل المـاء فى الـدم يتم إرسـال إشـارات كيميائية تـؤدي إلى جفـاف الحلق ، حـتى يلجأ الإنسـان لشـرب المـاء ، ويتم إرسـال شـاره كيميائية أخـرى فى نفس الـوقت إلى الغـدة النخامية لتفـرز هرمـون الفازوبريسـين Vasopressin وهو مضاد لإدرار البول . ويقوم هذا الهرمون بحث الكليـتين على الأقتصـاد فى إفـراز المـاء وإخـراج أكـبر كمية من الأملاح فى أقل كمية من الماء .

إذا شـرب الإنسـان المـاء وعـاد التـوازن المـائي إلى خلايا جسمه يتم إلغاء هذا الأمر ، ويتحلل هرمون الفزوبريسين ويضـيع أثره الزائد خلال دقائق قليلة ولكنه لا يختفى تمامـاً من الـدم وإلا أفـرزت الكلى معظم المـاء الموجـود فى جسم الإنسـان ويصـاب بـالعطش المميت ، كما تجـدر الإشـارة إلى أن امتلاء خلايا الجسم بالماء تـؤدي إلى خلل كبـير فى وظائفها الحيوية حيث يحـدث لها إختنـاق . لـذلك يلـزم وجـود تـوازن مـائي فى الخلية لإسـتمرار نشـاطها وحيويتها وتأدية أعضـائها لوظائفها الحيوية على الوجه الأمثل.

ميكربيولوجيا مياه الشرب

تحصل معظم المجتمعـات على الميـاه اللازمة للشـرب من الميـاه السـطحية ، كميـاه الأنهـار والبحـيرات وهى دائما عرضه للتلوث بمخلفـات المنـازل والمـزارع والمصـانع . وتسـبب الميـاه الحاملة لميكروبـات مرضـية مشـاكل صـحية خطـيرة مثل إنتقـال بكتريا الـتيفود والكولـيرا والدوسـنتاريا الباسـيلية والأميبية وفيروسات شلل الأطفال والألتهاب الكبـدي الوبـائي ، حيث توجد مسببات هذه الأمراض مياه المجاري التى تنتقل إلى مياه الشرب وتلوثها . ولذلك تقسم المياه إلى ثلاثة أقسام :

1- المياه الصالحة للشرب Potable water :

وهى مياه عديمة اللـون والطعم والرائحة ، خالية من المـواد المعلقة والمواد الكيميائية والمواد المشعة والميكروبات المرضية

2- مياه غير صالحة للشرب non- potable water :

وهذه الميـاه ينقص منها شـرط من شـروط الميـاه الصـالحة للشرب

3- مياه ملوثه Polluted water :

وهي ميـــاه ملوثه بمـــواد ضـــاره بالصـــحة كالكيماويـــات والميكروبات المرضية لذلك فهي غير صالحة للشرب .

وتتلوث المياه العذبة من عدة مصادر منها :

1- **المنظفات الصناعية**
2- **المبيدات الحشرية**
3- **المخصبات الزراعية :**

1) المركبـات الفوسـفاتيه **: أن كمية المركبـات الفوسـفاتية الـتى تحملها مياه الأمطار والصرف الزراعية والميـاه الجوفية إلى ميـــاه المجـــاري المائية لا يمكن إغفالها والأســـتهانه بها ، وخطورة هذه المركبات الفوسفاتية ترجع إلى ثباتها كيميائياً مما يؤدي إلى باقئها فى التربة أو فى المجاري المائية مـدة طويلة وبالتالي يصعب التخلص منها ، وبجـانب خطـورة هـذه المـواد على صـحة الإنسـان ، فإنها تسـاعد على معـدل نمو الطحالب والنباتات المائية التى تستنفذ الأكسـجين الموجـود فى الماء مما يؤدي إلى هلاك الكائنات البحرية .**

2) المركبـــات النتراتيه **: وجد بالتحليل الكيميـــائي للميـــاه وجـــود النترات بتركيز كبـير نتيجة الإسـراف فى اسـتخدامها وأيـون النـترات أيـون ثـابت إلى حد كبـير ولكن خطورته ترجع إلى اختزاله إلى أيون النتيريت السـام ويرجع الأثر السـام لأيـون النتريت إلى نشاطه الكيميائي وقدرته على التفاعل والإتحاد بمواد كثيرة**

ويجب الإشـارة إلى أن جـزءاً من النـترات الموجـود بالغـذاء والمـاء يتحـول بواسـطة بكتريا الفم إلى نيـتريت ويقـوم النـتريت بمنع الـدم من نقل الأوكسـجين فمن المعـروف أن الهيموجلـوبين يتكـون من هيم+ بـروتين (جلـوبين) والهيم يحتـوى على الحديد فى صـورة أيـون الحديـدوز Fe^{++} وهـذا يرتبط بالأوكسجين وينقله إلى خلايا الجسم ويقـوم النـتريت بأكسـدة الحديـدوز إلى حديـديك Fe^{+3} الغـير قـادر على نقل الأوكسجين

$$Fe^{++} \xrightarrow{NO_2^-} Fe^{+++}$$

هيموجلوبين أيون ثيموجلوبين

(ينقل) (لا يرتبط بالأكسجين)

(كما وجد أن النيتريت يتحول إلى مركب نيـتروز أمين الـذى ثبت أنه أحد المركبات المسرطنة)

4- الفلزات الثقيلة : مثل الزئبق والرصاص والزنك والكاديوم ، وهذه المواد لها تأثير سام ولها القدرة على التراكم فى خلايا الكائنــات الحية مســببة شــعور بالصــداع والغثيــان والتعب لأقل مجهود واضطراب بالجهاز الهضمي والأضرار بالكلى وتلافها

5- التلوث بالمركبات العضوية الهالوجينية

6- التلوث بمياه الصرف الصحي

7- التلوث بمخلفات البترول

8- التلوث بالأمطار الحمضية

تنقية مياه الشرب : Water purification

يتم تنقية الماء بالخطوات الآتية :

1- وقاية مصدر المياه من التلوث بمياه المجاري

2- ترسيب المـواد العالقة والميكروبـات بواسـطة الشب وأملاح الحديد

3- الترشـيح خلال طبقـات متعا قبة من الحصى والرمل الخشن والناعم .

4- التطهير بإضـافة الكلـور وعند إضـافة الكلـور Cl2 إلى المـاء يتكون الأوكسجين النشط القادر على قتل البكتريا

$Cl_2 + H_2O$ HCl + HOCl (Hypo chlorous acids

HOCl HCl + O active oxygen

هذا بالإضافة إلى أن للكلور تأثير قاتل وتنقية المياه ، تضاف كمية كافية من الكلور تكفى لتنقية الميــاه ويتبقى بعد 20 دقيقة من إضـافته 0.2 إلى 2.00 ملليجـرام / لـتر (جـزء فى المليـون) ووجود هذه النسبة يدل على أن الكمية المضافة كانت كافية لتقل الميكروبات مع بقاء جزء كإحتياطي وقائي .

الكشف عن الميكروبات المرضية فى الماء :

يعتــبر الكشف عن الميكروبــات المرضــية بالمــاء أمر بــالغ الصعوبة لأنها توجد بأعداد قليلة مما يجعل من الصـعب عزلها فى مــزارع نقية . ونظــراً لأن أهم الأمــراض الــتى تنتقل عن طريق الميــاه وهي الــتيفود والبــاراتيفود والكولــيرا والدوســنتاريا

والفيروسات المعوية وهى كلها تتسبب عن ميكروبات معوية . لذلك فإن وجود E.coli فى ماء الشرب يؤخذ كدليل حيوي Bioindicator على تلوث هذه المياه بمياه المجاري وبالتالي وجود الأمراض المعوية السابق ذكرها .

تقدير صلاحية المياه لإتسعمال الآدمي :

يتم التحكم على صلاحية المياه للإستعمال بعد أن تجرى عليها مجموعة من الأختبارات الطبيعية والكيميائية والأشعاعية والميكروبيولوجية .

1- الأختبارات الطبيعية والكيميائية :

من الأختبارات الطبيعية والكيميائية التى تجرى تقدير تركيز أيون الأيدروجين pH الأحتياج الأكسجيني الحيوي Biological oxygen demand (BOD) الأملاح الكلية الذائبة ، الكلوريدات ، الأمونيا ، النتريت – النترات – أملاح الكالسيوم والمغنسيوم التى يدل وجودها على درجة عسر الماء كما كشف عن وجود الرصاص والنحاس والحديد والمنجنيز والزئبق . وغيرها من المعادن والأملاح الضارة .

وفى المواصفات الأمريكية فإن الماء الصالح للشرب يجب أن يحتوى من الناحية الكيميائية على أجزاء بالمليون أقل من :

500 مواد صلبة كلية ، 250 كلوريدات وكبريتات ، 15 زنك ، 1.5 فلور ، 125 ماغنسيوم ، 0.3 نحاس ، 0.3 حديد ومنجنيز ، 0.1 رصاص ، 0.05 زرنيخ وسيلينوم ، 0.001 فينول

ويمكن من نتائج الأختبارات الكيميائية للمياه – الإستدلال على ما يلى :

- **يدل انخفاض رقم الحموضة على زيادة الحموضة وذلك فى المناطق الصناعية والحموضة ضارة بالصحة**
- **يدل إرتفاع مقياس الأحتياج الأكسجيني الحيوي للمياه (BOD) على وجود مواد عضوية ملوثة بالمياه بنسبة مرتفعة وهذه المواد تناسب وجود الميكروبات المرضية ، وتؤدي إلى بقائها بالماء لمدة أطول .**
- **يدل وجود نسبة مرتفعة من الكلوريدات فى الماء (أكثر من 50مجم / لتر) على احتمال وجود مياه مجاري مختلطة بمياه**

الشرب ، لأن البول يحتوى على نسبة مرتفعة من الكوريدات .

- يـدل وجـود نسـبة مرتفعة من الأمونيا (أكـثر من 0.5 مجم أمونيا / لـتر) على حـدوث تلـوث بميـاه المجـاري ، وتتحـول الأمونيا إلى نـتريت ثم إلى نـترات . ووجـود نسـبة عالية من النـتريت يـدل على أن التلـوث حـديث ، بينما وجـود نسـبة مرتفعة من النترات يدل على أن التلوث قديم
- يـدل وجـود نسـبة عالية من أملاح الكالسـيوم والماغنسـيوم على عسر المـاء . كما تسـبب كبريتـات الماغنسـيوم مـرارة بالماء
- يـدل وجـود المعـادل الثقيلة بالميـاه على حـدوث تلـوث من مخلفـات المصـانع مما يسـتدعي الحـذر واتخـاذ الأجـراء المناسب

المواد الإشعاعية :

تعتـبر منظمة الصـحة العالمية أن الحد المسـموح به لوجـود مواد ذات نشاط إشعاعي فى لتر ماء هو 1.00 مـيروكوري للمـواد التى تنبعث منها آشعة آلفا

10.00 ميكروكوري للمواد التى تنبعث منها آشعة بيتا .

الأختبارات البكتريولوجية :

ويشمل الأختبارات الآتية :

الكشف عن بكتريا القولون – التمييز بين أفـراد مجموعة بكتريا القولون

كما يوج فى ماء الشرب بكتريا أخرى تحدث تغييرات فى اللـون والطعم والرائحة أو زيادة اللزوجة منها :

1- البكتريا المكونة للزوجة 2- بكتريا الحديد

3- بكتريا الكبريت 4- الطحالب

5- الفيروسات 6- الخمائر

ثانياً الـــــــــــــــــــــــــــــدم

يعتـــبر الـــدم من الأنســـجة الســـائلة وله دوره مغلقة داخل الأوعية الدموية ويتكـــون من أجســـام صـــلبة هي : كـــرات الـــدم الحمراء ، كرات الدم البيضاء – صفاحئ دموية معلقة فى البلازما

ويتمـيز الـدم بـاللون الأحمر ويعـزى ذلك اللـون الأحمر إلى وجود مادة الهيموجلوبين Haemoglobin والتى توجد داخل كرات الـدم الحمـراء . هـذا ويختلف لـون الـدم الوريـدي عن لـون الـدم الشرياني حيث يكون لون الأول مائل للزرقة بينما يكـون لو الـدم الشـــــرياني أحمر قرمـــــزي ويرجع هـــــذا الأختلاف إلى كمية الأوكســجين الــتى يحملها دم الشــرايين أى أن نســبة الأوكسي هيموجولـــبين Oxyhaemoglobin ويلاحظ إذا تـــرك الـــدم قليلا فيشاهد إنفصـال طبقة ذات لـون أصـفر تمسى البلازما Plasma ويتكون راسب نتيجة تجمع كرات الدم .

وظائف الدم Blood function

1- **نقل المـواد الغذائية إلى خلايا الجسم المختلفة كما أن الـدم يقوم بنقل المـواد الناتجة من عمليـات التمثيل الغـذائي فى الأنسجة**
2- **التنفس Respiration حيث يقـوم الـدم بنقل الأوكسـجين من الرئـــتين إلى الخلايا والأنســـجة المختلفة ليســـاعد فى عمليـــات الأكســـده الغذائية كما أنه يقـــوم بنقل Co2 من الأنسجة إلى الرئتين حيث يخرج فى هواء الزفير**
3- **يساعد الدم على إبقاء التوازن الحامضي – القاعـدي – Acid Base balance ثابتاً فى الجسم ويمنع التغيرات الحادة فيه .**
4- **يساعد الدم على إحتفاظ الجسم بحرارته ثابتة**
5- **يقـــوم الـــدم بحمل المنظمـــات الكيماوية (الهرمونـــات Hormones) التى تقوم بدورها بعده وظـائف هامه سـواء فى النواحي الفسيولوجية أو فى نواحي التمثيل الغذائي**
6- **يســاعد الــدم على الإخــراج حيث أنه يحمل فضــلات المــواد الغذائية الناتجة من عمليـــات التمثيل الغـــذائي إلى الكلى والرئـتين والجلد والأمعـاء وتعمل هـذه الأعضـاء على إخـراج الفضلات خارج الجسم .**
7- **يقــوم الــدم بــدور هــام فى تحصــين الجسم ضد العــدوى والأمـــراض وذلك لما يحتويه من كـــرات الـــدم البيضـــاء**

Leucocytes والأجسـام المضـادة antibodies وكـذلك الـ antitoxins .

8- يسـاعد الـدم على وقف الـنزيف وذلك لأنه يحتـوى على العوامل الرئيسية اللازمة لعملية التخثر وبهذا يقف النزيف ، وتلعب الصفائح الدموية دورا هاما فى هذا المجال

9- يسـاعد الـدم على حفظ التـوازن المـائي داخل الجسم وذلك لوجـود كمية من بروتينـات الـدم لها ضـغط اسـموزي غـروي ينظم تبادل الماء والمواد الغذائية بين الأنسجة وبين الدم .

الخواص الفيزيائية للدم Physical properties of blood

1- حجم الدم Blood volume :

يصل حجم الـدم فى الإنسـان البـالغ حـوالي 5 لـترات أي أنه يكون حوالي 8-9% من وزن الجسم (متوسط حجم الدم 3.2لتر / 1م2 من مسـاحة الجسم) وحجم الـدم فى الأطفـال أقل نظـراً لصـغر وزنهم ولكن الحجم يـزداد تـدريجياً مع زيـادة وزن الطفل حـتى يصل إلى حجمه في البـالغين فى سن 16 وأحيانـاً يختلف الحجم فى حدود ضيقة عن هذا المعدل ويعتبر تغير طـبيعي ولكن هناك تغيرات باثولوجية تؤدي إلى تغير الحجم .

- **الـنزيف يقلل حجم الـدم إلى درجة قد تصل إلى حد الخطورة ، ولو استمر طويلا قد يؤدي إلى الوفاة**
- **كما يقل حجم الدم فى بعض الحالات المرضية مثل مـرض السـكر ، وذلك نتيجة لفقد كميـات كبـيرة من المـاء فى البول**
- **ويقل حجم الدم أيضاً بطرق آخري مثل القئ والإسهال أو العـرق الزائد ، وأحيانـاً لإضـرابات هرمونية مثل زيـادة التبول نتيجة لاضطراب في الغدة النخامية**

طرق قياس حجم الدم :

1- بإستخدام صبغة إيثان بلو : حيث يتم حق كمية من الصـبغة فى الوريد وتؤخذ بعـدها عينة من الـدم ثم تقـدر كمية الصـبغة فى هذه العينة ومنها يمكن حساب حجم الدم الكلي .

2- بإستخدام الفوسفور المشع : وتعتر هذه الطريقة أدق الطـرق لحساب حجم الدم وفيها يضاف كمية من كـرات الـدم الحمـراء إلى محلـول فوسـفات مشع وتحقن كمية معلومة من كـرات

الدم الحمراء فى الدم مرة آخرى ومن الممكن بعد ذلك حساب حجم الدم من قياس كمية الإشعاع فى حجم معين من البلازما بالنسبة لكمية الإشعاع الكلي

تعيين حجم الكرات الخلوية Heamatocreat value :

تؤخذ عينة من الدم المضاف إليه أو كسالات بوتاسيوم لمنع التجلد فى أنبوبة خاصة تعرف بالـ Haematocreat وبعد وضع الدم بها توضع فى جهاز طرد مركزي ثم يدار على 3 آلاف لفة / دقيقة. وتؤخذ قراءة الخلايا المجمعه بالنسبة لحجم الدم المستعمل .

ويتراوح حجم الخلايا فى الإنسان 40-50% من حجم الدم الكلي (38 ملل / كحم)

- **فى الذكور 45% إلى 47% تقريبا (36 ملل / كجم)**
- **فى الإناث 41% إلى 45 % تقريبا (27 ملل / كجم)**

ويكون حجم البلازما 50-60 من حجم الدم الكلي (42 ملل / كجم من وزن الجسم)

- **يوجد 55% من الدم فى الجانب الوريدي و 15% من الدم فى الشرايين و 5% في الشعيرات الدموية**

2- الكثافة النوعية Specific gravity :

الكثافة النوعية هي نسبة الوزن لحجم معين من الدم إلى وزن نفس الحجم من الماء ، وتتراوح هذه النسبة من 1.052 إلى 1.061 ويعتمد هذا الرقم على عدد كرات الدم الحمراء ، وتتراوح الكثافة النوعية لكرات الدم 1.090 ولكنها للبلازما 1.030 .

ويمكن تقدير الكثافة النوعية للدم بطريقة كبريتات النحاس ويحضر عدة محاليل من كبريتات النحاس مختلفة التركيز ومعروف كثافتها النوعية ، ثم تضاف إلى كل محلول نقطة من الدم إلى هذه المحاليل المختلفة فنجد أن نقطة الدم إما أن ترسب إلى القاع أو تبقى معلقة أو تصل إلى وسط المحلول.

ويعتبر الكثافة النوعية للدم مساوية للكثافة النوعية للمحلول الذى بقيت فيه نقطة الدم معلقة فى وسط المحلول .

3- لزوجة الجم Viscosity

تقاس لزوجة الدم بالنسبة للماء تقدر درجة اللزوجة بقيـاس مقاومة مرور الدم فى الأنابيب الشـعرية وهى تسـاوي من 4 إلى 5 أمثال لزوجة الماء

Water	plasma	Bold
1	1.7-2.0	(3.5-4.7)

هذا وتختلف درجة اللزوجة بإختلاف عوامل كثيرة منها :

1-كمية الخلايا الموجودة فى الدم وكذلك كمية البروتينات
2-درجة الحرارة
3-كمية الماء الموجودة بالجسم

وهذه العوامل الثلاثة تعتـبر ثابتة فى الحـالات الفسـيولوجية العادية , وتؤثر درجة اللزوجة على درجة سريان الـدم فى الأوعية الدموية

4- الضغط الأسموزي للدم Total osmotic pressure

يلاحظ أن كـرات الـدم الحمـراء تبقى كما هي إذا أغلقت فى محلــول تركــيزه (0.9% ملح كلوريد الصــوديوم) فلا تنتفخ ولا تنكمش ويسـمى هـذا المحلـول isotonic إما إذا كـانت الكـرات معلقة فى محلـول أكـثر تركـيزاً نجد أن شـكل الكـرات يتغـير أو تنكمش . فى النهاية وذلك لخروج كمية من الماء من الكــرات إلى الخارج ويسمى هذا المحلول عـالي الأسـموزيه Hypertonic . إما إذا وضــعت الكــرات فى محلــول تركــيزه أقل من التركــيز داخل الخلية فـإن الكـرات تنتفخ وتتحد به ثم تنفجر وذلك لـدخول كمية من المــاء من المحلـول الخــارجي لـداخل الخلية ، ويسـمى هـذا المحلــول منخفض الأســموزيه Hypotonic ومن ذلك نســتنتج أن للخلايا ضــغط اســموزي = الضــغط الأســموزي للمحلــول 0.9% ويساوي أيضاً 5100 ملل / زئبق (6.7 ضغط جـوي) ويرجع سـبب وجود هذا الضـغط إلى المكونـات الذائبة فى البلازما سـواء كـانت بروتينات (ضغط غروي) أو أملاح ذائبة أو سكريات ... الخ

ويفسر وجود هـذا الضـغط بعـدم قـدرة جـزئ الـبروتين على النفـاذ من جـدار الخلايا وبالتـالي تسـبب ضـغط يسـمى بالضـغط الأســموزي الغــروي ، ويتحكم هــذا الضــغط الغــروي فى نفاذية الســوائل من الــدم إلى الأنســجة وبــالعكس ويعــتر زلال الــدم (الألبيومين) هو المسئول الأساسي عن هذا الضغط الغروي لأن

الألـبيومين أقل البروتينـات حجمـاً ، وقد وجد أن جـرام الـبيومين يكفي لإحتجاز 20سم3 ماء بالبلازما ، ونقص البيومين الدم يـؤدي إلى ظاهرة الإرتشاح (الأوديما)

5- الأس الأيروجين للدم PH

يتراوح الـ pH للبلازما ما بين 7.3 إلى 7.5 أي أن الدم قلوي ضعيف جدا ويحتفظ الدم بهذا الأس الأيدروجيني ثابتاً حول 7.4

ويفسر هــذا بوجــود عــدد من المحاليل المنظمة فى الــدم وتساعد على مقاومة التغير فى الــ pH ، وبالإضـافة إلى وجـود المنظمات فإن كل من الكلى والرئة تلعب دوراً هاماً يسـاعد على الإحتفاظ بالـ pH ثابتـاً . وإذا تغـير الــ pH عن معدله إلى أقل من 7.3 تسـمى هـذه الحالة حموضة الـدم Acidemia أما إذا زاد عن 7.5 فيصبح الدم قلويا Alkalemia وتؤدي الأسباب الأتية إلى حموضة الدم :

1- **تعـاطي مــواد حامضــية مثل كبريتــات الأمونيــوم أو كلوريد الأمونيوم**
2- **عـدم فعل الكلية فى إخـراج كمية من الفوسـفات الحامضي كما هو الحال فى التهاب الكلى المزمن**
3- **التهاب الرئة المزمن وعدم إخراج Co_2 وتحول إلى H_2Co_3**
4- **زيـادة تكـوين حـامض اسـيتوخليك وحـامض بيتا هيدروكسي بيوتيريك وتزيد هذه المركبـات فى مـرض البـول السـكري أو عند تنــاول أغذية غــير متوازنه غنية بالــدهن وفقــرة فى الكربوهيدرات أو عند إصابة الكبد بالتدهن .**

أما الحالات التى تؤدي إلى قلوية الدم فهي :

1- فقد بعض الأحماض مثل حمض Hcl بعض القيئ
2- فقد كمية كبـــيرة من Co_2 عند زيـــادة عملية التنفس أو الهيستريا
3- الإحتفــاظ بالقلويــات وعــدم إخراجها عند تعــاطي أملاح قلوية مثل بيكربونات الصوديوم

مكونات الدم

للدم تركيب ثابت فى الحـالات الفسـيولوجية ولكنه يختلف أحيانـاً فسيولوجيا أو باثولوجيا ويتكون الدم من :

1- البلازما **: وهي تكون 55% من حجم الدم الكلي وتحتــوى على مكونات هامة مثل :**

a. البروتينات Proteins وتشمل الأليبـومين والجلوبيـولين والفبرينوجين
b. الدهون lipids وتشمل الجلسريدات والفوســفوليبيدات والكوليسترول والأحماض الدهنية الحرة
c. الكربوهيـدرات Carbohydrates مثل سـكر الجلوكـوز الـذى يمثل معظم السـكر فى الـدم , وسـكر الفركتـوز الذى يوجد بكمية قليلة .
d. المـــواد النيـــتروجين الغـــير بروتينيه nonprotein nitrogen Comp مثل الأحمـــاض الأمينية والبولينا وحــامض البوليك والنشــادر والكريــاتين والكريــاتينين وغيرها .....
e. المواد غـير عضـوية Inorganic comp. مثل ، K ، Na HCO-3 ، Po4-3 ، Cl- ، Cu ، Fe ، Ca ، Mg .....
f. الهرمونات والإنزيمات والفيتامينات
g. بعض النواتج المتوسـطة فى عمليـات الميتـابولزم مثل حمض البيروفيك واللاكتيك والأجســام الخلويه وكــذلك بعض الأصباغ مثل صبغة الصفراء .
h. الماء ويكون حوالي 92% بالوزن من الدم .

وبذلك يعتبر البلازما هو السائل الذى يمكن الحصول عليه بــالطرد المركزي للدم ويحتوى على جميع البروتينات (ويضـاف إلى الـدم مضاد تجلط anticoagulant قبل الطرد المركزي) ويحتـوي على نسبة عادية من الـ Serotoinin

- **السيرم Serum : وهو سائل رائق أصفر يمكن الحصول عليه بعد تجلط الدم blood clotting وبذلك فإنه لا يحتوى على الفيبرينوجين Fibrinogen وعوامل التجلط (Factor II , V , VII) ويحتوى على نسبة عالية من السيروتونين Serotonin**

2 – الأجسام الخلوية **: Formed elements وتكون 45% من حجم الجم وهي تختلف فى الأجناس المختلفة ، وتنقسم هذه الأجسام إلى :**

1-كرات الدم الحمراء (RBCS) Red blood corpuscles أو Erythrocytes وهي حوالي 5 مليون / ملل .
2-كرات الدم البيضاء (W. B. C) white blood cell أ, Leucocytes وهي حوالي 6 آلاف / ملل) .
3-الصفائح platelets (300 ألف / ملل)

الهيموجلوبين Hemoglobin

الهيموجلوبين هو المكون الأساسي فى كرات الدم الحمراء فهو يمثل 34% من محتوى الخلية ، وهو يعطى الدم اللون الأحمر المميز له ، ودور الهيموجلوبين الحيوي هو حمل الأوكسجين ونقل من الرئتين إلى الأنسجة .

- **وتبلغ نسبته فى الرجل البالغ 14-17 جم / 100 ملل دم .**
- **وتبلغ نسبته فى المرأة البالغة 12 – 15.5 جم / 100 ملل دم**

تركيب الهميوجلوبين Structure of haemoglobin

يتكون جزئ HP من أربع وحدات كل تحت وحدة Subunit تتكون من هيم وعديد البيتيد. الهيم عبارة عن iron protoporphyrin وتتكون البروتوبوفيرين من 4 حلقات ببيرول four pyrrole rings والحديد فى هذا التركيب ثنائي التكافؤ (حديدوز ferrous state)

يتكون البروتوبورفيرين من الحضم الأميني جليسين والسكسينل كو A كما يلى :

2 succiny 1 Co A + 2 glycin → pyrrole

4 pyrrole → protoporphyrin IX

Protoporophyrin IX + Fe^{++} → heme

Heme + polypeptid Heamoglobin chain (ά or β)

2 ά chains + 2 β chains Hamoglobin

أنواع الهيموجلوبين Types of hemoglobin

1- هيموجلوبين A عبارة عن نوعين من البولى ببتيد ά – chain كل سلسة منهم تحتـــوى على 141 بـــاقى حمض أميـــني وسلسلتين من النوع β – chain وكل سلسـلة تحتـوى على 146 باقى حمض أميني . وهيموجلوبين ($ά_2 β_2$) A

2- هيموجلوبين A_2 يحتوى هيموجلوبين الدم العادي البـالغ على 2.5% من هيموجولبين A2 وفيه تحل سلسلة بـروتين delta δ محل سلسلة ($ά_2 δ_2$) β والسلسة دلتا تحتوى أيضاً على 146 بـــاقى حـــامض أميـــني ولكن 10 منهم يختلفـــوا عن الموجودين فى السلسلة β

3- هيموجلــوبين F وهو يوجد فى الــدم الجنيــني وهو مشــابه لهيموجلوبين A ما عدا السلسلة β التى تحل محلها سلسلة من النـــوع جاما ($ά_2 γ_2$) وتحتـــوى السلسة جاما على 146 حامض أميني ولكن 37 منهم تختلف عن سلسلة β

4- الهيموجلوبين الجنيني (أقل من 3 شهور) ($ά_2 E_2$)

تفاعلات الهيموجلوبين Reactions of haemoglobin

1- يتحد الهيموجلـــــوبين مع الأوكســـــجين مكـــــون أوكسي هيموجلوبين Oxy Haemoglopin ويتحد الأوكسجين مع ذرة الحديـدوز Fe^{++} فى جـزئ الهيم . وهـذا الإرتبـاط يعتمد على pH

- **درجة الحرارة**
- **درجة تركيز مركب 2.3 diphosphoglycrat (2.3 DPG) فى كرات الدم الحمـراء وأيـون الهيـدروجين ومـركب 2.3 DPG تزيد من شـــراهة الأوكســـجين فى الإرتبـــاط مع الهيموجلوبين**

2- عند تعرض الدم لأدوية مختلفة Various drugs أو مركبات مؤكسـده (مثل الـنيكوتين) يتأكسد أيـون الحديـدوز Fe^{+++} الغـــير قـــادر على الارتبـــاط بالأوكســـجين وينتج مـــركب Methaemoglobin (يتمـيز بـــاللون الأســود إذا وجد بكمية كبـــيرة فى الـــدم , ونســـبته العادية لا تزيد على نصف فى المائة وتقـوم كـرات الـدم الحمـراء بتحويله مـرة أخـرى إلى

الهيموجلوبين بواسطة نظام إنزيمي خـاص يسـمى (NADH – Metheamoglobin Reductas)

3- يتحد أول أكســـيد الكربـــون Co مع الهيموجلـــوبين مكونا كربوكسي هيموجلــوبين Carboxyhamoglobin ويلاحظ أن شراهة Co إلى Hb أكبر بـ 210 مـرة من شـراهة O_2 إلى Hb ، كما أن تحرر Co من مركب CoHb بطئ جداً

هدم اليهموجلوبين Heamoglobin catabolism :

عند تحطم كرات الدم الحمـراء فـإن الجـزء البروتيـني يتحلل إلى أحمــاض أمينية حــره ويتحــول الهيم إلى مــركب Biliverdin والذى يتحول معظمه إلى مركب Bilirubin والذى يتم إفرازه عن طريق الصـــفراء ويســـتخدم الحديد مـــرة آخـــرى فى تكـــوين هيموجلوبين مرة أخرى

هذا ويمكن توضيح مكونات الدم فى الرسم التخطيطي التالي :

BLOOD

1- Formed elements (45 %)
- **a. RBCs**
- **b. W.B.C**
- **c. Platelets**

2- Plasma (55%)

a- Water

b- Organic mater 8%

1-	**Proteins**		**6-8%**
2-	**Glucose**		**100 mg/100 ml**
3-	**Urea**	**30**	**mg / 100 ml**
4-	**Uric acid**		**2-4 mg/ 100 ml**
5-	**Creatine**	**5**	**mg / 100 ml**
6-	**Creatinine**		**2-5 mg/100 ml**
7-	**Phospholipids**		**200 mg / 100 ml**
8-	**Cholesterol**		**200 mg / 100 ml**
9-	**Simple fat**	**200**	**mg / 100 ml**

3- Inerganic mater

1-	**Cr**	**365**	**mg / 100 ml**
2-	**Na^+**	**300**	**mg / 100 ml**

3- Ca^{++}	**10**	**mg / 100 ml**
4- K^{+}	**20**	**mg / 100 ml**
5- Po_4^{+3}	**5**	**mg / 100 ml**
6- Fe^{++}	**120-140**	**micro gram / 100 ml**
7- I_2	**3-8**	**micro gram / 100 ml**
8- Cu^{++}	**100**	**micro gram / 100 ml**
9- Zn^{++}	**200-700**	**micro gram / 100 ml**

1- منظمات الدم Blood Buffer

يوجد بالـدم عـدة محاليل منظمة (يعـرف المحلـول المنظم بأنه المحلول الـذى يقـاوم التغـير فى الأس الأيـدروجيني PH عند إضافة كميات قليلة من الأحمـاض أو القلويـات ويتكـون المحلـول المنظم عـــادة من حـــامض ضـــعيف وأحد أملاحه مثل حـــامض الكربونات وبيكربونات صوديوم

ويمكننا التعـرف على الطريقة الـتى يقـاوم بها المحلـول المنظم التغير فى الـ pH كالآتي :

$$H_2Co_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$$

$$NaHCo_3 \rightarrow Na^+ + HCO_3^-$$

فعند إضـــافة حـــامض HCl (حمض قـــوي) يتفاعل مع بيكربونات صوديوم ينتج ملح كلوريد الصوديوم + حمض كربونيك (حمض ضعيف)

$$HCL + NaHCO_3 \rightarrow NaCl + H_2Co_3$$

وعند إضـافة قلـوي قـوي مثل oH Na يتفاعل مع حض الكربونيك ويتحول إلى (قلوي ضعيف وماء)

$$Na\ oH + H_2Co_3 \rightarrow NaHCo_3 + H_2o$$

2- منظمات البلازما Plasma Buffer

1- بروتينات بلازما الدم — **H. Protein / Na. Protein**

2- حامض الكربونيك — H_2Co_3 / $NaHCo_3$

3- فوسفات حامضي / فوسفات قاعدي — Na_2HPo_4 / NaH_2Po_4

4-حمض لاكتيك / لاكتات صوديوم Na lactate
Lactic acid

منظمات الخلايا Buffer of blood

1-الهيموجلوبين / ملح هيموجلوبين K. Hb
H. Hb

2-أوكسيهيموجلوبين / ملح الأوكسي هيموجلوبين K. OHb
H. OHb

3-حمض كربونيك / بيكربونات بوتاسيوم $KHCo_3$
$H_2 Co_3$

4-فوسفات بوتاسيوم حامضي / قاعدي $KeHPo_4$
KH_2PO_4

5-حمض لا كتيك / لاكتات بوتاسيوم K lactate
lactic acid

جميع الأنواع الخمسة (1 ، 2 ، 3 ، 4 ، 5) توجد فى كرات الدم الحمراء RBCs

ويجـود فى كـرات الـدم البيضـاء نـوعين فقط هما نظـام حمض الكربونيك ونظام الفوسفات (3، 4)

ولا يسـتطيع الجسم بـالرغم من وجـود هـذه المنظمـات أن يحتفظ بـال PH ثابتـاً عند إضـافة كمية كبـيرة من الأحمـاض إليه بدون ضرر . وحيث أن حامض الكربونيك يؤثر على PH فإذا تكـون بكميـات كبـيرة عند زيـادة عمليـات التمثيل الغـذائي وهو يتكـون نتيجة لإتحـاد غـاز Co2 مع المـاء فى وجـود انـزيم Carbonic Anhydrase

ويتأين حمض الكربونيك إلى أيونات H , HCo_3^+ وزيادة تركيز أيونات الهيدروجين تـؤدي إلى حموضة الـدم Aidemia (تقل pH عن 7.3)

وبـالعكس فـإن العوامل الـتى تقلل النسـبة بين حـامض الكربونيك والكربونـات تـؤدي إلى قلوية الـدم alkalemia (تزيد pH عن 7.4)

ولـذلك نجد في الجسم وسـائل طبيعية دفاعية تسـاعد على الإحتفاظ بالأس الأيدروجيني ثابتاً. وهنـاك طريقتـان هما التنفس والإخراج عن طريق الكلى .

تـؤثر الزيـادة فى تركـيز أيونـات الأيـدروجين فى الـدم إلى زيـــادة التنفس أي زيـــادة كمية Co_2 الخارجة (أي يتحلل حمض الكربونيك إلى Co_2 ومـاء) وبـالعكس فـإن أى نقص فى كمية H^+ فى الـدم يـؤدي إلى بطئ عملية التنفس أي إلى احتفـاظ الجسم بحامض الكربونيك .

2- الإخراج عن طريق الكلية :

تقوم الكلية بدور كبـير فى تنظيم الــ PH فى الـدم بطريقة التبادل بين أيون الهيدروجين وبعض القواعد مثل أيونات , Mg^{++} , K^+ , Na Ca^{++} وتتم هذه العملية داخل الأنابيب الكلوية وبهذا تخرج أيونات H^+ فى البـول وتعـود القواعد إلى الـدم مـرة ثانية ، وفى بعض الأحيان تقـوم الكلية بتكـوين النشـادر من الجلوتـامين التى لها القدرة وعلى امتصاص أيونات H^+ وتتحول إلى الأمونيوم NH_4^+ وهو ضـعيف التـأين ويتم إفـرازه فى البـول , كما تسـاعد الكلية في إعــادة امتصــاص البيكربونــات الــتى تصل إليها بكمية كبيرة فى الـدم . كما تقـوم الكلية بـإفراز أملاح الأحمـاض الناتجة من عمليـــات التمثيل الغـــذائي مثل حمض الأســـيتوخليك والبيتاهيدروكسي بيوتيريك فتتحد أيونات هـذه الأحمـاض السـالبة مع الكاتيونيـــات الموجبة مثل الصـــوديوم والبوتاســـيوم ويجب الإشارة إلى أن نسبة حمض الكبرونيك إلى البيكربونـات فى الـدم تصل إلى 20:1

$$\frac{H_2Co_3}{N_4HCo} = \frac{1}{20}$$

وإذا زادت نسبة الكربونيك تحدث Acidemia

وإذا قلت نسبة حمض الكربونيك تحدث Alkalemia

تختلف بروتينات بلازما الدم في الحالات العادية من 6.5 إلى 8.5 جـــرام / 100 مل بمتوسط 7% تقريبا ، أي أن البروتينـــات تكـون معظم المـواد الصـلبة ، وتتمـيز بروتينـات البلازما بتعـددها وإختلافها في الــتركيب والوظيفة فبعضــها بروتينــات بســيطة وبعضها بروتينات معقـدة . ويتم تكيـون البروتينـات في الكبد ، ما عدا جاما جلوبيولين الذى يتكـون فى النسـيج النخـاعي الشـبكي ، هذا وتقسم بروتينات البلازما إلى الجاميع الآتية

1- الآلبيومين Albumin

يتكــون الألــبيومين فى الكبد وهو قابل للــذوبان فى المــاء ويصل وزنه الجزيـــئي 69.000 إلى 70.000 ويصل تركـــيزه فى الدم إلى 4% وبذلك يكون الألـبيومين حـوالي 66% من بروتينـات البلازما ، ويمكن ترسـيب الألبـومين بواسـطة محلـول مشـبع من كبريتات الأمونيا

ويمكن فصل الألبيومين إلى عدة أجزاء متشابه فى الـتركيب ولكنها تختلف فى الخــواص كما يمكن فصــلها بواســطة الحمل الكهربي Electrophoresis

الجلوبيولينات Globulins

يصل الـوزن الجـزئ للجلوبيولينـات حـوالي 150.000 ويصل تركيزها فى الــدم 2.5% وهي بــذلك تكــون 38% من بروتينــات البلازما ويمكن تقسيم الجلوبيومين إلى :

1. **جلوبيــولين ألفا α_1 وتصل نسـبتها إلى 5.3 % من بروتينـات البلازما**
2. **جلوبيــولين ألفا α_2 وتصل نســبتها إلى 8.7% من بروتينــات البلازما**
3. **جلوبيــولين بيتا β وتصل نســبتها إلى 13.4% من بروتينــات البلازما β_2 ، β_1**
4. **جلوبيــولين جاما γ وتصل نســبتها إلى 11% من بروتينــات البلازما**

ويعمل جاما جلوبيـــولين فى الجسم كأجســـام مضـــاده antibodies بينما يعمل ألفا وبيتا جلوبيــولين كإنزيمــات أو في

نقل المـــواد فى الـــدم أو كخصـــائص للمحافظة على الضـــغط الأسموزي للدم

والجلوبيولينـات معقـدة الـتركيب وتحتـوى على عـدد كبـير من المكونات نذكر منها

1- الجلوكوبروتينات وتحتوى على جزيئات سكرية وهى سكريات أمينية (هكســـوز أمين) متحـــدة مع الجلوبيـــولين وخاصة جلوبيـولين α2 ، α1 وتوجد أيضا في جلوبيـولين جاما ولكن بنسبة قليلة

2- الليبوبروتينـــات : وهي توجد فى الـــدم بنســـبة قليلة ولكنها هامة جدا حيث تتحد المواد الدهنية مع الجلوبيولينـات وبـذلك يمكن تقل المـــواد الدهنية فى الـــدم . لـــذلك تعتـــبر الليبوبروتينـــات هي بروتينـــات حاملة للـــدهون فى البلازما وإبقـاء الـدهون فى هـذه الصـورة يمنع ترسـبها فى جـدران الأوردة والشرايين

والدهون الموجودة فى الدم تكون فى صورة فوسـفوليبدات وكوليســـترول وجليســـريدات متعادلة والصـــورة الفردية الدهنية تختلف من شـــخص لآخر ، وزيادتها فى الـــدم يـــؤدي إلى تصـــلب الشرايين .

3- بروتينان متحده مع معادن Metalloproteins مثل :

1) Transferin وهو يعتبر الـبروتين الناقل للحديد وهو يتبع قسم بيتا جلوبيـولين وتقل نسـبة هـذا الـبروتين فى حـالات إصابة الكبد وفى حالات الأنيميا الخبيثة .

2) Cerulo plasmin وهو الـبروتين الناقل للنحـاس ويتبع بيتا جلوبيـولين وله لـون أزرق مخضر ويحتـوى على 0.34% من وزنه نحاس

3) البروتين الحامل للثيروكسين .

هذا ويجب الإشارة إلى أن مصدر البروتينات في البلازما هي بروتينـات الغـذاء لأنها تمد الأعضـاء والأنسـجة بالأحمـاض الآمينية اللازمة لتكوين هذه البروتينات .

- **نسـبة الأبيـومين / جلوبيـومين Albumin / Globulin (A/G) ratio**

تعتبر نسبة الألـبيومين / جلوبيـولين من العوامل المهمة فى تشـخيص بعض الأمـراض الـتى تـؤثر على نسـبة الألـبيومين والجلوبيولين وعلى سبيل المثال :

1- **في أمراض الكبد (مثل الإصـابات الفيروسـية – تليف الكبد) يقل تركيز البيومين الدم وبذلك تقل نسبة A/G أيضا**
2- **في أمـراض الكلى (مثل التهـاب الكلي الحـادة) يتم فقد الألـبيومين فى البـول Albuminuria وبـذلك تقل نسـبة الألـبيومين فى البلازما ويـؤدي ذلك إلى أن تقل نسـبة A/G ratio**

- **وتختلف نسـبة A/G فى الشـخص الواحد على حسب طريقة التقدير**
  - **ففي طريقة الترسب التفريدي بالأملاح تصل إلى 1:7:1**
  - **وفى طريقة الاليكتروفوريسيس تصل النسـبة 1:2:1 ويرجع ذلك إلى صعوبة فصل مركبات الجلوبيولين عن الألبيومين**

3- **البروترومين prothrombin**

وهو يعتـبر من الجليكوبروتينـات وله وزن جزيـئي حـوالي 65.700 ويصل تركـيزه فى البلازما إلى 15 مجم / 100 ملل . وهو الصورة الغير نشطة للإنزيم ثرومبين ولهذا يعتـبر من عوامل التجلط VII,IX,X

4- **فيبرينوجين Fibrinogen**

يتم تكون الفيبرينوجين فى الكبد ويصل تركزيه فى الدم من 250-400 مجم / 100مجم، ويـتراوح وزونه الجـزئ من 34.000 إلى 500.000 ويحتـوى على 3 أزواج من السلاسل البيتيديه أفا وبيتا وجاما ، ويـوقم إنـزيم الثرومـبين Thrombin بمهاجمة الرابطة البيتيدية بين glycin-arginine مكونا سلسلتين لهم وزن جزيئ حوالي 300 (Fibrinopeptide A,B) ليس لهم نشاط فى التجلط no anticoagulant acitivity ويلاحظ أنه عند نقص الفيبرينوجين عن 60مجم / 100 مل يسبب النزيف (bleeding) ويحدث ذلك فى بعض أمراض الكبد

فصل بروتينات البلازما Separation of plasma protein

1- بالأملاح Salting out technique

بإستخدام كبريتات الآمونيوم أو كبريتات الصوديوم بتركيزات مختلفة فتؤدي إلى نزع الماء من حـول جزيئـات الـبروتين وبـذلك يقل ذوبان البروتين ثم تترسب

يترسب الألـــبيومين بواســـطة محلـــول مشـــبع من الأملاح الســـابقة ، بينما يترسب الجلوبيـــولمين بواســـطة محلـــول نصف مشبع Half-saturation sol.

2- الطرد المركزي فائق السرعة Uiptracentrifugation

يتم ترسب بورتينـــات البلازما بإســـتخدام ســـرعات عالية في أجهـزة الطـرد المركـزي ويكـون الترسب بمعـدلات تختلف حسب الوزن الجزئ للبروتين وكثافته النوعية

3- الترسيب التفريدي Fractional precipitation

وفي هـذه الطريقة يتم ترسـيب البروتينـات تباعا على درجة الحرارة المنخفضة وذلك بتغير رقم الحموضة pH وبإضافة كحول

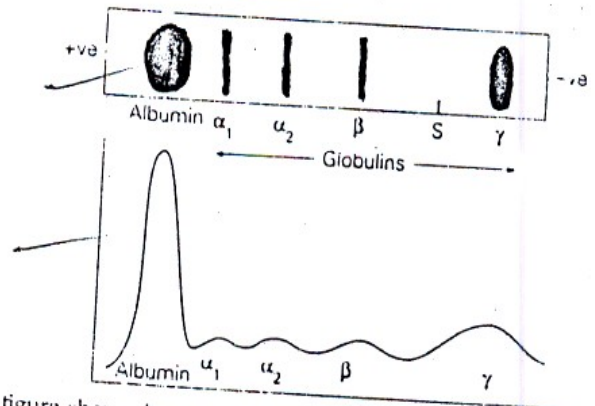
الهجرة فى مجال كهربائي Electrophoresis

ويتم فصل البروتينـــات بهـــذه الطريقة بوضـــعها فى مجـــال كهـــربي فى محلل معين من ال PH فتنفصل بروتينـــات البلازما تبعا لكمية الشحن ووزنها الجزئي وكذلك الكثافة النوعية والشكل التالي يوضح فصل بروتينات البلازما فى محلول منظم PH 6.8 على ورق ترشيح أو سليلوز اسيتات

A

Electrophoresis

This may be performed on paper or cellulose acetate in buffer at pH 8.6. The proteins are stained after denaturation.



The figure shows the results of cellulose acetate electrophoresis of serum proteins from a normal human. The separated protein bands are visualized after staining with dye and a densitometric scan provides an indication of the relative amount of protein in each band. S shows the point of application of the serum before applying the current with the charges shown.

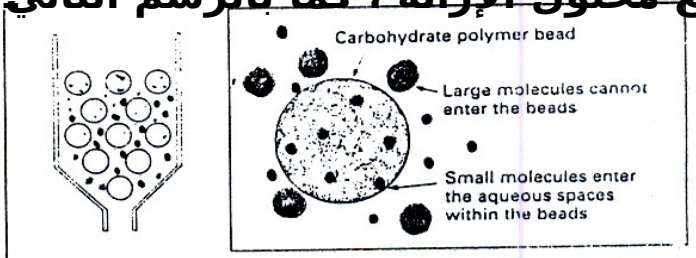
Gell chromatography -5

وفى هذه الطريقة يستخدم الدكستران الـذى يكـون حبيبـات تستطيع الجزيئات الصـغيرة فى دخولهـا. ولكن الجزيئـات الكبـيرة تمر مع محلول الإزاله ، كما بالرسم التالي :

Separation of proteins

Gel permeation chromatography

This technique utilizes a matrix, originally based on dextran that was cross-linked to form a mesh that only molecules of a certain size could penetrate (the greater the cross-linking, the smaller the holes of the mesh).


Carbohydrate polymer bead
Large molecules cannot enter the beads
Small molecules enter the aqueous spaces within the beads

Large molecules which penetrate the mesh less readily have less volume through which to permeate, and thus elute faster. The matrix is normally packed in a column. The method can be used to separate small molecules, such as salts, from larger molecules, such as proteins, and to separate macromolecules (proteins, DNA) of different sizes. Nowadays, materials other than dextran, such as agarose, may be used as the basis of the matrix.

Affinity chromatography -6

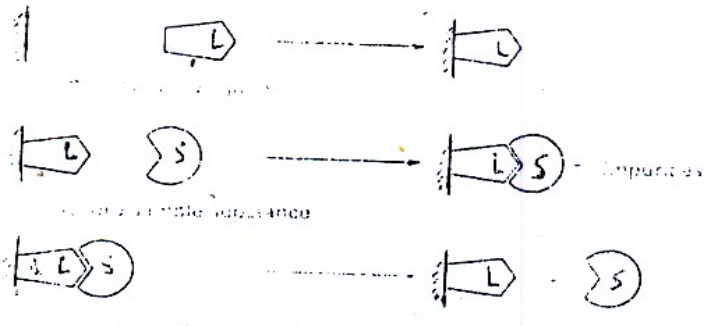
وفى هذه الطريقة يمكن فصل مركبات معينه مثل الإنزيمات أو الأجسـام المضـادة أو الهرمونـات وذلك بتثـبيت مـاده ماسـكه Ligand تستطيع أن ترتبط بالمادة المـراد فصـلها ، وبعد التخلص من الشـوائب يمكن إضـافة محلـول ملحي أو pH معين يـؤدي إلى تحرر المادة المراد فصلها من الـLigand

والرسم التالي يوضح هذه الطريقة وأسماء بعض الـ Ligand الـتى يمكن بها فصل الإنزيمـات والأجسـام المضـادة واللكـتين والأحماض النووية والهرمونات والفيتامينات

Affinity chromatography

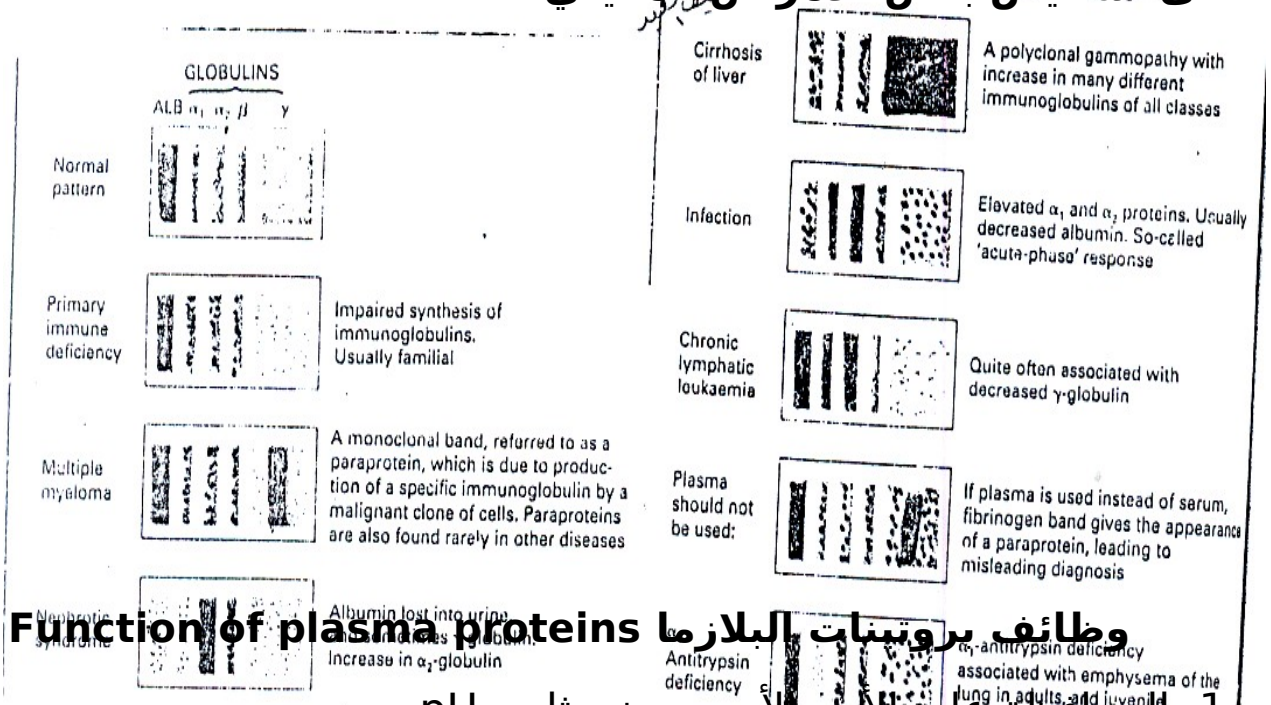
The specific ligand is covalently attached to the column matrix. Substances that bind to the ligand may then be passed down the column and are absorbed. They can be eluted by passing down the column solutions containing salts or other compounds that cause them to be desorbed.

Examples of types of ligand that have been used are shown.



Enzyme:	Substrate analogue, inhibitor, cofactor
Antibody:	Antigen, virus, cell
Lectin:	Polysaccharide, glycoprotein, cell surface receptor, cell
Nucleic acid:	Complementary base sequence, histone, nucleic acid polymerase, binding protein
Hormone, vitamin:	Receptor, carrier protein
Cell:	Cell-surface-specific protein, lectin

هذا ويمكن استخدام طريقة الفصل بالهجرة فى المجال الكهربي فى تشخيص بعض الأمراض كما يلي :



وظائف بروتينات البلازما Function of plasma proteins

1- المحافظة على الأس الأيدرويجيني ثابت pH

تعتبر بروتينـات البلازما مـواد مفوتيريه تسـتطيع أن تتفاعل مع الأحمـــاض والقلويـــات أي تعمل كمحلـــول منظم Buffer solution والبروتينات تقـوم بـ 15% م السـعة التنظيمية للـدم

H.Prote in
Na.Prot ein

فعند إنتـاج كمية كبـيرة من حمض اللاكتيك ترتفع الحموضة ويحـــدث Acidemia ويقل رقم الـــ pH فعند ذلك يتم التفاعل كالأتي :

Na-proteinate + Lactic acid → H.Protein + Na.Lactate

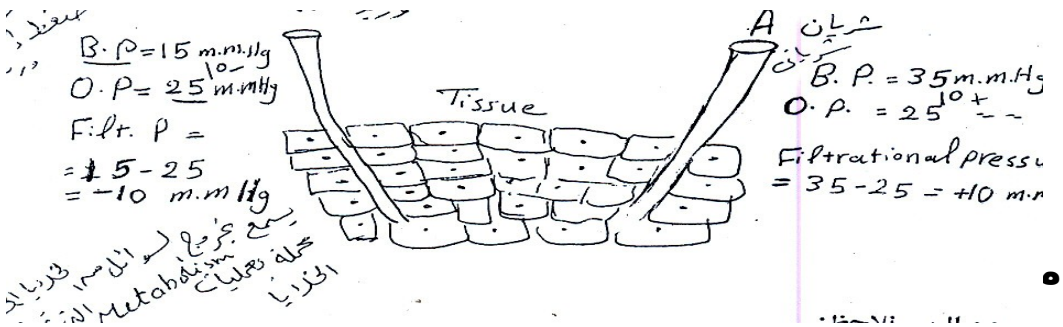
2- وظيفة غذائية :

حيث أن الجسم يسـتطيع تمثيل بروتينـات البلازما إذا حقنت بالدم (إستخدمت هذه الطريقة لعلاج بعض حالات نقص الـبروتين) وعلى هذا الأساس يمكن أعتبـار أن بروتينـات البلازما احتيـاطي لبروتينات الجسم ، كما تعتـبر أيضا أن بروتينـات البلازما فى حاله ديناميكية مع بروتينات الأنسـجة حيث يتم التبـادل بينهما ، ويعتـبر الألـبيومين هو المصـدر الأساسي الأول للأنسـجة حيث أنه سـهل النفاذ من جدران الشعيرات الدموية .

3- توزيع السوائل بالجسم

وتعتبر هذه الوظيفة من أهم وظائف بروتينات الدم لأنها تحتفظ بالضغط الأسموزي O.P. بين الدورة الدموية والأنسجة الخارجية حيث أنه من المعروف أن تركيز الأملاح الذائبة تتساوى فى البلازما وفى سوائل الجسم المختلفة ، وبما أن الضغط الأسموزي متساوي فى حالة الأملاح الذائبة ولكنه مختلف فى حالة المواد البروتينية ، أى أن الضغط الأسموزي الغروي Colloidal فى الأوردة والشرايين هو الذى يحدد تبادل السوائل وما تحتويه من مواد ذائبة بين الدم وبين الأنسجة .

ويعتبر الألبيومين هو المسئول الأول عن الضغط الأسموزي الغروي وذلك لأنه أصغر حجماً ، وهو يعتبر مسئولا عن 80% من الضغط الأسموزي الغروي [كل 1 جرام البيومين له ضغط غروي = 5.54 ملل / زئبق] هذا ويمكن توضيح عملية توزيع السوائل فى حالة كل من الشريان والوريد (والضغط الأسموزي 25 ملل زئبق لكل من الشريان والوريد) وضغط الدم الشرياني 35 ملل زئبق . وضغط الدم الوريدي 15 ملل زئبق .



1- في الجزئ الشرياني من الشعيرات الدموية يكون ضغط الدم الشرياني = 35 ملل زئبق والضغط الأسموزي 25 ملل زئبق

فيكون هناك ضغط اسموزي مقداره +10 ملل زئبق يسمح بمرور السوائل من الشعيرات الدموية إلى الأنسجة وبالتالي سوف تمر المواد الغذائية فى السوائل إلى خلايا هذه الأنسجة .

2- فى الجزئ الوريدي من الشعيرات الدموية فيكون ضغط الدم الوريدي = 15 مم زئبق والضغط الأسموزي = 25 ملل زئبق كما هو فتكون المحصلة = 15-25 =- 10 ملل زئبق . وهذا يؤدي إلى سحب السوائل من الخلايا إلى الوريد حامله معها نواتج عمليات الميتابلزم المختلفة . ولكن فى الحالات المرضية تقل البلازما بروتين عن 5% (خاصة الألبيومين) فسوف يقل الضغط الأسموزي P.O. عن 25 ملل (إلى أقل من 15 ملل زئبق) وفى هذه الحالة سوف يستمر مرور السوائل من الناحيتين الشريانية والرويدية وسوف تزداد

كمية المـاء بين الأنسـجة ويحـدث ورم Oedema ويحـدث ذلك بسبب :

1- فقد البروتينات فى البول بسبب أمراض الكلى
2- عــدم تكــوين البروتينــات فى الكبد ، بســبب إصــابة الكبد بالأمراض
3- بسبب عدم تناول البروتينات فى الوجبات الغذائية
4- زيــادة ضــغط الســائل الــدموي فيــؤدي إلى الإرتشــاح كما يحدث فى حالات هبوط القلب

4- وظيفة النقل Transport function

تقوم بروتينـات البلازما بحمل كثـير من المـواد الهامة ونقلها من أمكان إستهلاكها مثل :

أ- الــدهون **: الــتى تحمل بواســطة الفا وبيتا جلوبيــولين β , ά Globulins وتسـمى المركبـات الناتجة -β ، ά- Lipoprotein Lipoprotein**

- **يتكون الألفا ليبوبرتين من 80 برويتن**

Simple fat
Phospholipids **80% برويتن**
Cholesterol

- **يتكون البيا ليبوبرتين من 20% بروتين**

Simple fat
Phospholipids **80% دهون**
Cholesterol

وفى الظروف العادية تكون نسبة آلفا ليبوبروتين : بيتا ليبوبروتين

2 : 1

أو 1 : 3

ولكن إذا زادت نسبة بيتا ليبــوبروتين عند ذلك فــإن ذلك يزيد من فرصة تصلب الشرايين .

ب- الحديد **: يتم نقله عن طريق ارتباطه مع B-globulin مكونا مركب Transferrin**

ج- النحاس **: يتم نقله عن طريق تكوين مركب Ceruloplasmin**

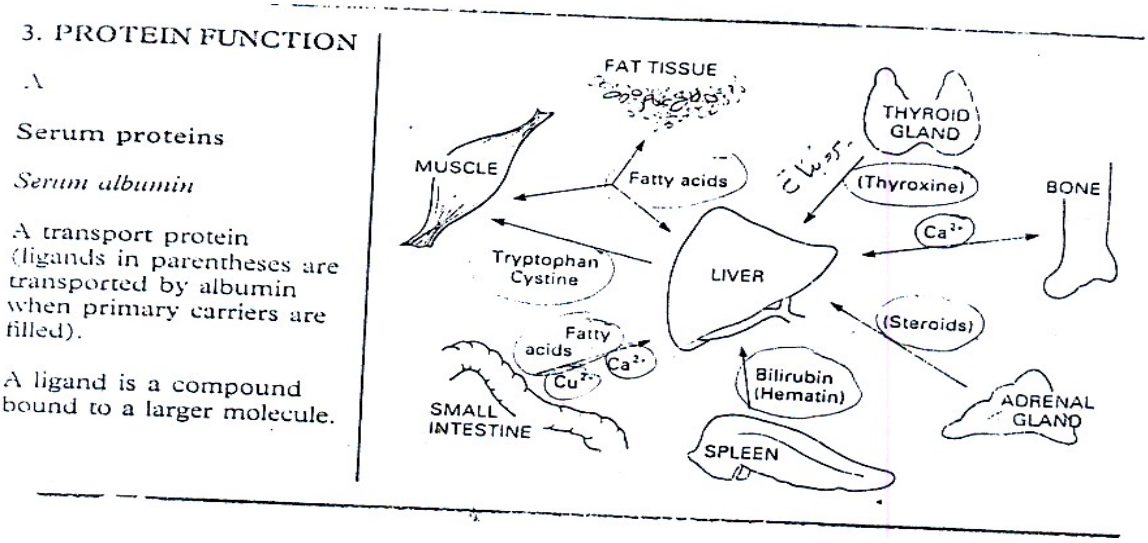
د- الكالسيوم **: وتيم نقله بواسطة الألبيومين**

و- صبغة البيلوروبين **Bilirubin يتم نقلها بواسطة الألبيومين .**

وتقوم البروتينات أيضا بـدور هـام فى نقل الهرمونـات مثل هرمون الثيروكسين والأنسـولين والهرمونـات الأسـتيرويديه أيضا وكذلك الفيتامينات الذائبه .

ويمكن توضـيح المركبـات الى تقـوم بنقلها البروتينـات كـ Ligand

والشكل الآتي يوضح بعض عمليات النقل التى تقوم بها بروتينات



يحتـوى الـدم على مجموعة من البروتينـات المناعية وهي مرتبطة بالجاما جلوبيـولين γ-glcbulin ومن أهم أنـواع الجلوبيوليناتِ المناعية

1-IgG	**8-16 mg / ml serum**
2-IgA	**1.4-4 mg / ml serum**
3-IgM	**0.5-2 mg / ml serum**
4-IgD	**0.0.4 mg / ml serum**
5-IgE	**17-450 ml serum**

وقف النزيف :

يقوم الفيـبرين Fibrin بتكـوين الجلطة الدموية وبـذلك يقف الـنزيف ويتحـول الفيـبرينوجين إلى فيـبرين بواسـطة إنـزيم

الثرومبين فى وجود عوامل أخرى بعضـها بروتيـني وبعضـها غـير بروتيني

7- الإنزيمات Enzyme :

يوجد فى الدم عدة إنزيمات بخلاف الإنزيمات الـتى تسـتخدم فى تكوين الجلطة ومصدر هذه الإنزيمات هو بعض خلايا الأنسـجة نتيجة تحطم بعض خلاياها أو زيادة النفاذ من جدران الخلايا

ووجود هذه الإنزيمات بكميـات تختلف عن المعـدل الطـبيعي لها قد يكون له دلاله على حدوث مرض معين أو قد يكـون له دلاله ميتابلازمية قد تسـاعد فى تفهم بعض أخطـاء التمثيل الغـذائي فمثلا نقص إنزيم زيلـوز الـدولوز يتبعه ظهـور البنتـوز فى البـول وتسمى هذه الحالة بنتوزيوريا .

- **كما أن زيـــادة كمية الفوســـفاتيز الحامضي Acid phosphatase فى الدم تدل على وجود نشاط سرطاني (وخاصة فى البروستاتا)**
- **والفسوسـفاتيز القلـوي Alkaline phosphatase يزيد فى بعض أمراض العظام والكبد وإضطرابات البنكرياس**
- **وأيضاً تزداد نسبة إنزيمات GPT ، GOT فى أمراض الكبد**

يعتبر الجلوكوز السكر الرئيسي في الدم وتعتمد عليه جميع خلايا الجسم للحصول على الطاقة وتتراوح كميته من 80-120مجم / 100ملل . وهناك كثير من العوامل التى تساعد على إحتفاظ الجسم بنسبة الجلوكوز فى الدم ثابتة حيث يترسب الجلوكوز على هيئة جليكوجين فى الكبد والعضلات والأنسجة الأخرى عند زيادة السكر فى الدم . كما يتحلل الجليكوجين فى الكبد (وليس فى العضلات) إلى جلوكوز عند نقص كمية السكر بالدم ، ولا تتم فى العضلات نظراً لغياب انزيم جلوكوز -6-فوسفاتيز . كما يوجد بالدم أيضا بعض المركبات الناتجة من عمليات التمثيل الكربوهيدراتي

Glucose	**80-110**	**mg / 100 ml**
Fructose	**5-9**	**mg / 100 ml**
Lactose	**2.00**	**mg / 100 ml**
Polysaccharide	**90-140**	**mg / 100 ml**
Aminosugars	**50-90**	**mg / 100 ml**
Lactic acid	**5-50**	**mg / 100 ml**
Pyruruvic	**0.5-2**	**mg / 100 ml**
Citric acid	**1.05-3.2**	**mg / 100 ml**

تنظيم السكر بالدم Regulation of blood sugars

1- مصادر سكر الدم :

أ) بعد هضم المواد الكربوهيدراتية **نجد معظمها يتحول إلى جلوكوز وجالاكتوز وفركتوز وتنتقل هذه السكريات إلى الكبد عن طريق الوريد البابي الكبدي . ثم يتحول الفركتوز والجالاكتوز إلى جلوكوز داخل الكبد**

D- Fructose $\xrightarrow[ATP]{\text{Sorbitoldehydrogenase}}$ **D. sorbitol** $\xrightarrow{NADH+H^+}$ **D. glucose** $\xrightarrow{NADPH.H^+}$ ^+NADp

1- ويدخل الجلوكوز فى عمليات الميتابلزم المختلفة ويتحول طاقة بنسبة 60%

2- ليبيدات بنسبة 35%

3- جليكوجين بنسبة 5%

ب- الأحماض الأمينية Amino

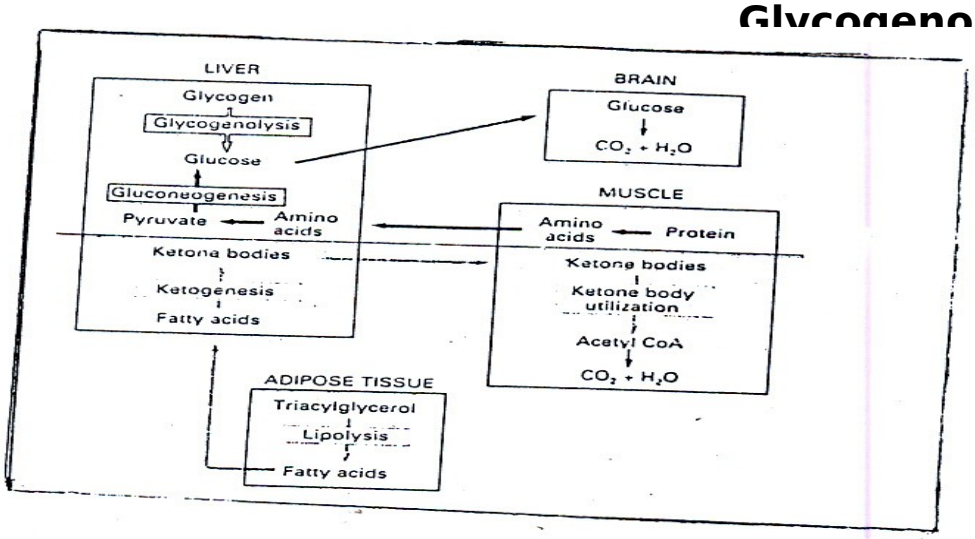
تتحــول الأحمــاض الأمينية الناتجة من تحلل البروتينــات إلى الجلوكوز ويحدث ذلك فى حالات الجوع الشديد Stravation

ج- المواد الناتجة من التمثيل الغذائي للجلوكوز **:**

مثل حمض اللاكتيك أو البيروفيك اللذان يتكونا نتيجة أكسـدة الجلوكوز فى العضلات وكرات الـدم الحمـراء حيث من الممكن أن ينتقلا إلى الكبد أو الكلى لكى يتحولا إلى جلوكوز

د- الجليسرول **: ويتم تحويله فى الكبد والكلى إلى سكر جلوكوز**

هـ- من الجليكوجين **: حيث يتم تحلل الجليكوجين إلى جلوكــوز وذلك من الجليكــوجين المخــزن فى الكبد بواسـطة التحليل الجليكــولي Glycogenolysis**



من 80-120مجم / 100 ملل دم وإذا قلت النســـــبة عن ذلك تحـــــدث Hypoglycemia وإذا اسـتمر النقص بعد 40مجم /100 مل يـدخل الشخص فى غيبوبة ويجب إعطائه سكر فى الحال

وإذا زادت نســبة الكسر عن ذلك يحـــدث Hyperglycemia وعندما تزيد عن مسـتوى معين (400-600مجم / 100مل) يـدخل الشـخص فى غيبوبة ويعـالج بإعطـاء المـريض أنسـولين لحـرف السكر الزائد .

إن بقــاء مسـتوى الجلوكـوز ثـابت فى الـدم عملية معقـدة يشارك فيها كلا من الكبد والأنسـجة الأخـرى وهي عملية هرمونية يشارك فيها عديد من الهرمونات وأ÷مها هرمون الأنسيولين الذى

يتم إفـرازه من البنكريـاس بواسـطة خلايا B-cell بمعـدل وحـدة واحدة / 1كجم من وزن الجسم

ويعمل الأنسـيولين على زيـادة نفاذية Permeability جـدار الخلية للجلوكوز وبذلك تزيد سـعرة احـتراق الجلوكـوز وغـيره من السـكريات داخل الخلايا . فقد وجد أن عملية إخـتراق السـكريات لجـــدار الخلية عملية حيوية active mechanism (كما يســاعد الأنسولين أيضاً على زيادة نفاذية جـدار الخلايا للأحمـاض الأمينية والنيكلوتيدات وأيون البوتاسيوم وكذلك الفوسفور الغير عضوي) وبمجرد دخول الجلوكوز داخل الخلية تتم فسفرته بواسطة ATP

$$\text{Glucose} + \text{ATP} \xrightarrow[Mg^{+}]{\text{Glucokinase}} \text{glucose -6-P} + \text{ADP}$$

ولقد وجد أن هرمـــون النمو من الفص الأمـــامي للغـــدة النخامية وكذلك هرمون القشـرة الكظرية (الكورتـيزون) يعملان على تثبيط انزيم Glucokinase وتأثير الأنسولين فى هـذه الحالة مضـــاد لتـــأثير هـــذه الهرمونـــات على هـــذا لأنـــزيم حيث يعمل الأنســـولين على رفع التثبيط ويعمل على فســـفرة الجلوكـــوز وبالتـالي اسـتهلاكة داخل الخلية للحصـول على الطاقة أو تخزينة فى صورة جليكوجين أو دهون

ويؤدي نقص إفراز الهرمون إلى إرتفاع نسبة سكر الجلوكوز فى الـدم وظهـوره في البـول (مـرض البـول السـكري) ويفقد الإنســان أو الحيــوان قدرته على أكســدة الكربوهيــدرات فيقل مخـزون الكبد والعضـلات من الجليـوجين . ويـزداد الشـخص ميلا لشرب المياه . وبالتالي تزيد كمية البول .

وعند وقف إفراز الهرمون تزيد نسبة الأجسام الكيتوينية Ketone bodies وزيادتها فى الدم تؤدي إلى زيادة الحموضة فى الدم مما يؤدي إلى غيبوبة سكرية وتعالج هـذه الحالة بحقن الأنسـولين فى الوريد فسرعان ما تنخفض الأعراض السابقة .

ويمكن تلخيص الفعل الحيوي للهرمون فى الجسم :

1- يسـاعد على سـرعة أكسـدة الجلوكـوز وتنظيمه فى الـدم . وبذلك تزيد النسبة التنفسية R.Q
2- يساعد في تحول الجلوكوز إلى دهون lipogenesis
3- يساعد فى تحويل الجلوكوز إلى جليكوجين

4- يعمل على تثبيط تكوين الجلوكوز أو الجليكوجين من مصادر غير كهربوهيدراتية

5- يثبط تكسير الدهينات Lipolysis وفى نفس الوقت امداد الخلايا بكميات مناسبة من الـ OXaloacetate اللازمة لإحراق الكميات الكبيرة من CoA acety1 داخل دورة كريب وبذلك لا تتكون الأجسام الكيتونية وتتلاشى من البول

وعند الإفراط فى تناول الأنسولين فى الأشخاص المرضى بمرض البول السكري يحدث هبوط شديد فى نسبة السكر فى الدم > 40 ملليجرام / 100 ملل . ويؤدي بالمريض إلى غيبوبة Coma وهزيان وزيادة فى إفراز العرق. قد تؤدي إلى الوفاة إذا لم يتم اسعافه بالجلوكوز لأن مخزون الكبد من الجليكوجين معدوم فى مثل هؤلاء الأشخاص .

هرمون الجلوكاجون Glucagon

ويفرز هذا الهرمون من α-Cells من جزر لانجرهانز فى البنكرياس وهو يساعد هرمون الأنسولين فى تنظيم نسبة السكر فى الدم فى الإنسان الطبيعي فعندما يقل مستوى السكر فى الدم عن المعدل الطبيعي يتم إفراز الجلوكاجون بسرعة حيث يعمل على زيادة مستوى السكر فى الدم إلى الحد الطبيعي ويتم ذلك عن طريق تكسير الجليكوجين فى الكبد إلى جلوكوز وذلك عن طريق تنشيط انزيم phosphorylase فى الكبد .

هرمونات غدتا فوق الكلية

وتنقسم إلى هرمونات النخاع وهرمونات القشرة الكظرية

أ- هرمونات النخاع (الإدرينالين Adrenaline ، النورادرينالين Noradrenaline) وأهم التأثيرات الميتابلزمية لهذه الهرمونات :

1- يساعد الإدرينالين على زيادة سكر الدم وذلك عن طريق تكسيرة للجليكوجين فى الكبد والعضلات عن طريق تنشيط انزيم فوسفوريليز

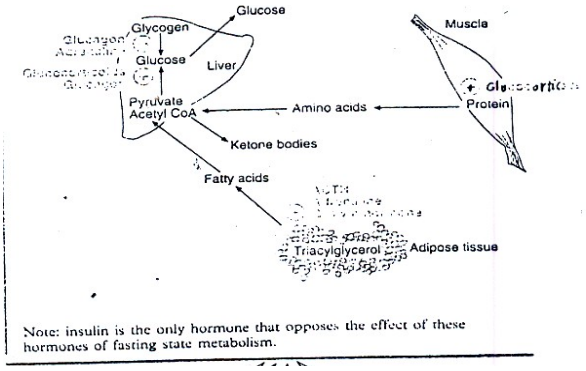
2- يعمل الإدرينالين على زيادة استهلاك الطاقة من الدهون والجليسرول

3- يعمل الإدرينالين على تقليل افراز الإنسولين من البنكرياس وبالتالي يحفظ نسبة الجلوكوز فى معدلها الطبيعي والمناسب للجهاز العصبي المركزي

ب- هرمونات القشرة الكظرية :

وهي تفـرز مجموعة كبـيرة من الهرمونـات وتعمل مجموعة منها مثل الـــ Cortisol والـــ Cortisone على التحكم فى ميتـــابلزم الكربوهيدرات مثل الدور الحيوي لـ Cortirol

1)زيـادة مسـتوى سـكر الـدم (جلوكـوز) من مصـادر غـير كربوهيدراتية مثل الجليسرول أو الأحماض الأمينية
2)تقليل اســـتهلاك الجلوكـــوز عن طريق تثبيط انـــزيم 6-glucokinase أي أنه عند انخفـاض نسـبة السـكر فى الـدم يحدث الآتي :
1-تقـــوم مجموعة هرمونـــات القشـــرة الخاصة بتمثيل الكربوهيدرات Glucocorticoids
a. بـإطلاق أحمـاض أمينية وتحررها من تحليل بـروتين العضلات
b. تعمل هـذه الهرمونـات على أن يقـوم الكبد بتحويل هـــذه الأحمـــاض الأمينية إلى جلوكـــوز فى علمية Gluconeogenic
2-تقـــوم هرمونـــات ACTH adrinocorticorticortropic والأدرينـــالين adrenaline وهرمـــون النمو Growth hommone بتنشـيط انـزيم الليبـيز Lipase لك يقـوم بتحليل الـــدهون إلى أحمـــاض دهنية وذلك فى الأنســجة الدهنية – وتنتقل الأحمـاض الدهنية إلى الكبد لك تتحـول إلى أجسام كيتونية



ملحوظة : كل هـذه الهرمونـات تعمل على زيادة نسبة الجلوكـوز فى الدم ولكن الأنسيولين يقـوم بعمل معـــارض وهو اســـتهلاك الجلوكوز من الدم

الدهون بالبلازما Plasma Lipids

تختلف كمية الدهون البلازما فى الأشخاص الطبيعية بدرجة كبـيرة وتنقسم الدهون عموما إلى

أ- الجليسريدات Triglycerids

ب- الفوسفوليبيدات Phospholipids

ج- الكوليسترول Cholesterol (free& esters)

د- الأحماض الدهنية الحرة Free fatty acids

هــذا وتوجد الــدهون فى البلازما فى صــورة lipoprotein أى متحدة مع بروتينات البلازما وتنقسم إلى :

1-الفا ليبوبروتين Lipoprotein تتراوح نستبها 25-30%

2-بيتا ليبوبروتين Lipoprotein تتراوح نسبتها 45-55%

3-كيلو ميكرونات Chlomicrons تتراوح نسبتها 20-25%

هذا ويكون تركيز الدهون فى الدم كما يلى

	mg/100 ml plasma	Arerage
الدهون الكلية	400 – 800	550
1-الجليسريدات	80-150	140
2- الفوسفوليبيدات	210-250	160
1-ليثيثينات	80-200	110
2- كيفالينات	0-30	10
3- سفنجوميلينات	10-50	30
ج- الكوليسترول	140-240	200
1-كوليسترول حر	40-70	55
2-استرات كوليسترول	90-200	145
3-أحماض دهنية حرة	8-32	26

وتوجد كمية ضئيلة من الأجسام الأسيتونية من 0.2-9مجم / 100 مل وتزيد كمية الدهون فى الـدم بعد الأكل وتصل إلى حـدها الأقصى بعد 6 ساعات ثم تبدأ فى الإنخفاض بعد ذلك

وتزيد كمية الـــــدهون فى الـــــدم أيضا وكـــــذلك كمية الكوليسترول فى بعض الأمراض البول السكري وتصلب الشرايين كما يقل الكوليســترول فى الــدم فى بعض أمــراض الكبد وعند زيـادة إفـراز الغـدة الدرقية وتزيد فى حـالات نقص افـراز الغـدة الدرقية . وتؤدي الزيـادة فى الـدهون فى الـدم إلى ترسـيبها فى جدران الأوعية وحدوث تصلب الشرايين .

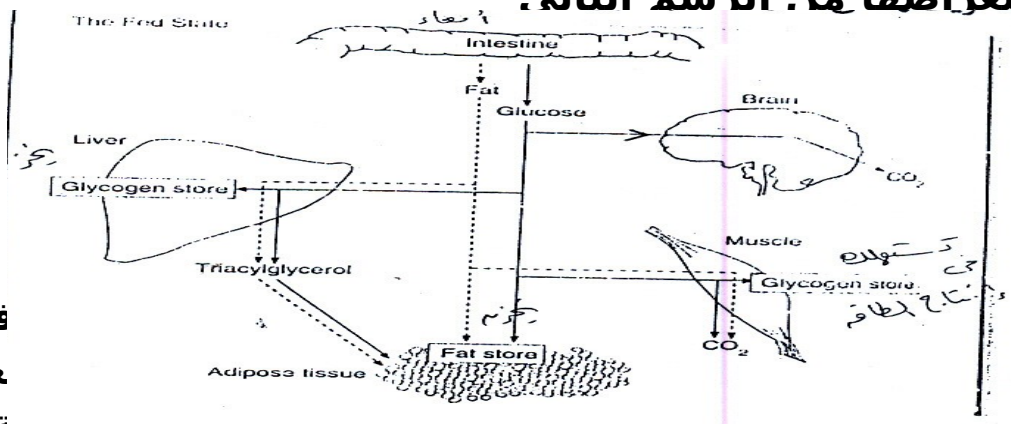
وتزيد كمية الأحماض الأسـيتونية Ch3-COO فى الـدم فى حـالات إضـطراب التمثيل الكربوهيـدراتي نتيجة لزيـادة اسـتخدام المـواد

الدهنية للحصول على الطاقة أو إذا زادت كمية الدهون ف الغـذاء عن معدل المواد الكربوهيدراتية

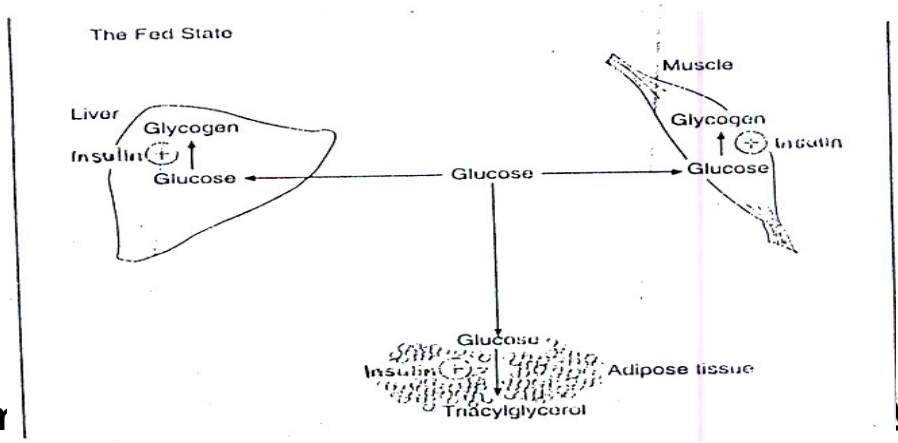
ويوجد بالـدم كمية قليلة من املاح الصـفراء تـتراوح بين 0.2-0.3 ملليجـــرام / 100 ملل وهي تتكـــون فى الكبد نتيجة لأكســـدة الكوليسـترول الغـذائي (الخـارجي) وتفـرز هـذه الأحمـاض فى البــول عن طريق الكلى ولكن لا يمكن الكشف عنها فى الحــالات الطبيعية ولكن تزيد كميتها فى البول إذا حـدث اسـنداد فى أوعية المــرارة (القنــوات المرارية) حيث تمتص الصــفراء فى الــدم مباشرة (مرض اليرقان) وهكذا تزيد املاح الصفراء فى الدم ثم تفرز فى البول بكميات يمكن الكشف عنها

كيميـــــاء وتمثيل ليبوبروتينـــــات البلازما Chemistry and metabolism of plasma lipoproteins

بعد تناول الطعام مباشرة يتحول إلى جليكوجين ودهون (مخـازن الطاقة) وذلك فى حالة زيادتها عن اســـــــتهلاك الجسم ويمكن استعراضها من الرسم التالى



و فى تخليق
ا عمل على
تبيط تكون الاحماض الدهنيه من الجليسريدات والانسجة الدهنية

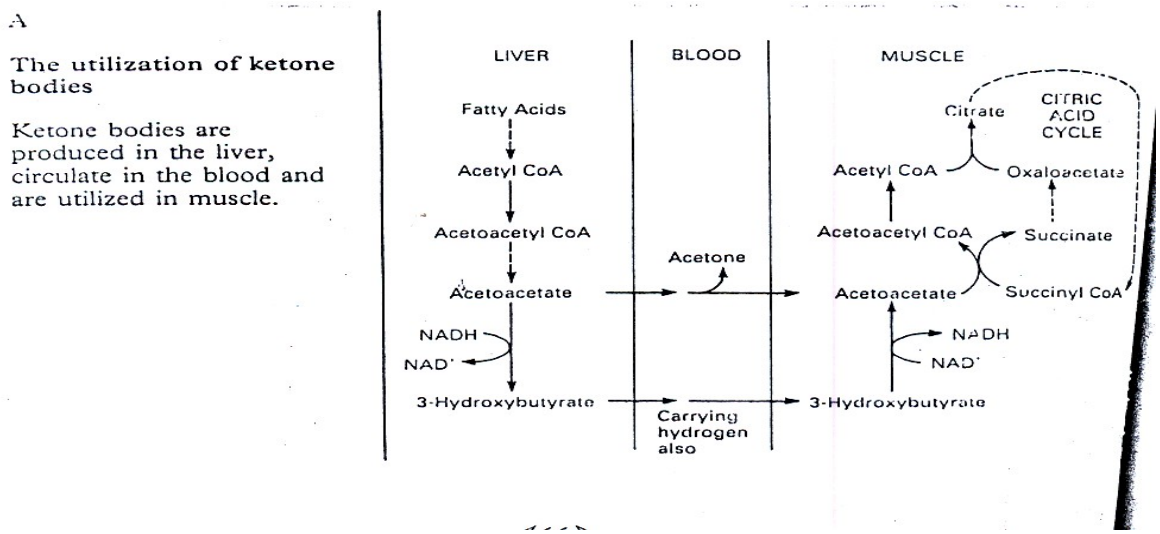


The form تكوين الا
(ketogenesis)

تتكون الأجسام الكيتونية فى الكبد نتيجة تكسير الأحمـاض الدهنية ، وهــذه الأحمــاض الدهنية تــأتي من تحلل الجليســريدات الثلاثية (من الأنسجة الدهنية) بمساعدة انزيم الليبيز .

يتم الإســـتفادة من الأجســـام الكيتونية الـــتى تكـــونت فى الكبد وإنتقلت إلى الدم عن طريق دخولها إلى العضلات للإستفادة منها فى انتــاج الطاقة من خلال دوره كــريب (دورة حمض الســتريك Citric acid cycle)

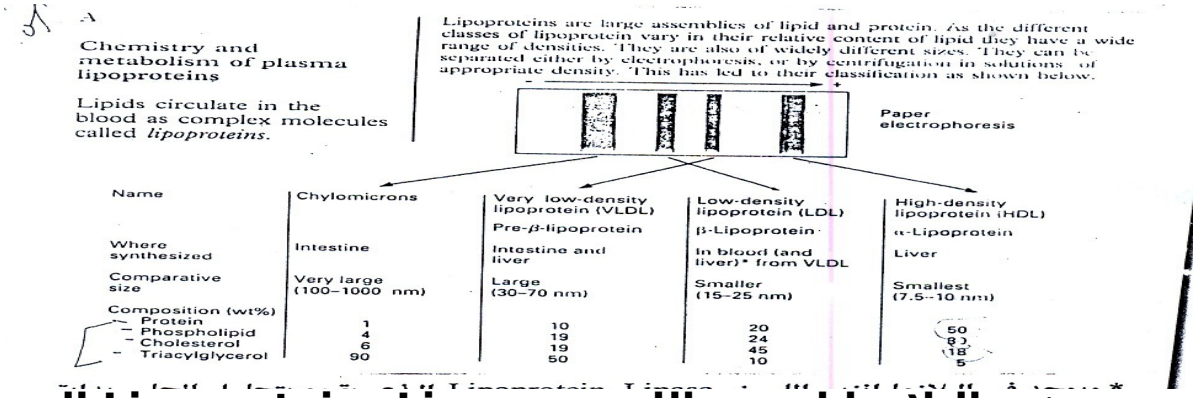
وتتم الإستفادة من هذه الأجسـام الكيتونية عنـدما يقل الجلوكـوز في الدم إلى مستويات منخفضة وذلك للإبقـاء على نسـبة السـكر فى الدم للإستهلاك المخ وكـذلك خلايا الجهـاز العصـبي المركـزي التى لا تستخدم فى انتاج الطاقة غير الجلوكوز .



*** يوجد الدهن فى الدورة الدموية فى صورة ليبوبروتين وتختلف أنواع الليبوبروتين فى تكوينهم النسبي من الدهون وبذلك تختلف الكثافة النوعية لهذه المكونات وكذلك تختلف فى حجم هذه الحبيبات . ويمكن فصل هذه المكونات عن بعضها بطريقة الإليكترفوريسي Electrophoresis وعند فصل بلازما ليبوبرتين يظهر على ورقة الإليكترفوريس**

4- مناطق هي

1. **Chylomicrons**
2. **Low-density lipoprotein IDL (B lipoprotein)**
3. **Very – low – density lipoprotein VLDL (pre-B-Lipoprotein)**
4. **High denisty lipoprotein HDL (ά – lipoprotein)**



*** ويوجد فى البلازما انـزيم الليبـيز Lipoprotein Lipase الـذى يقـــوم بتحليل الجلســـيريدات الثلاثة وبـــذلك يقل حجم الكيلوميكرون Chylomicrons, VLDL إلى جسـيمات ذات حجم أصـفر وبـذلك يسـمى الإنـزيم فى هـذه الحالة بالـ Clearing factor**

ويتم فى الغشـاء البلازمي للخلية تحليل الجلسـريدات إلى جليسـرول وأحمـاض دهنية وتنتقل الأحمـاض الدهنية من خلال الغشـاء البلازمي إلى داخل الخلية . الـذى يسـتهلك فى انتـاج الطاقة أو يعـاد بنائه مـرة أخـرى . وتخـزين الطاقة فى صـورة جلسيريدات ثلاثية

الكوليسترول Cholestrol

يتم انتـاج الكوليسـترول فى الكبد والبـاقي يـوفره الغـذاء ، وكمية الكوليســترول الـــتى يمكن للكبد ان ينتجها تبلغ عشـــرة أضعاف الكمية التى يتعاطاها الفرد تحت النظام الغـذائي الدسم .

وهذا يفسر السبب فى ضعف أثر الأغذية منخفضة الكوليسترول على مستواه فى دم البعض .

وللكلوليسترول أهمية بيولوجية قصوى ، وهو موجود فى كل خلية من خلايا أجسادنا كمكون بنائي لاغني عنه للأغشية الخلوية ، وهو يقوم بتنظيم مرور وتبادل الكيماويات مع الخلايا الأخرى ، ومنه تتكون الهرمونات الأستيرودية وفيتامين D وأملاح الصفراء التى بدونها يستحيل إمتصاص دهون الغذاء

والليبيدات لا تذوب فى الماء أو المحاليل المائية كالدم ، ولكن تنتقل الليبيدات فى الدم فى صورة جسيمات تسمى الليبوبروتينات . (أي جزيئات بروتينات معينة تسمى الأبوليبوبروتينات تربط مع الليبيدات وتغلفها) والجزء البروتيني الذى يبقى متصلا بمحلول الدم قابل للذوبان ، نتيجة لذلك يمكن جلسيم الليبوبروتين أن يبقى ذائبا فى كل سوائل الجسم

وهناك نوعان من الليبوبروتينات ينتشران بكثرة فى الدم :

1-ليبوبروتينات عالية الكثافة HDLP
2-ليبوبروتينات منخفضة الكثافة LDLP

وهذه التسمية مشتقة من طريقة الفصل فى المعمل بطريقة الطرد المركزي فائق السرعة ، حيث يتم فصل الجسيمات تبعا لكثافتها النسبية فجسيمات HDLP تتحرك فى سائل الفصل أبعد من جسيمات LDLP ولهذا كانت التسمية .

ووظيفة LDLP هى حمل الكوليسترول إلى الخلايا التى تحتاجة ، ويتم ترسيب الكوليسترول فى جدران الأوعية الدموية عندما يكون هناك إنتاج كثير من LDLP أو فى حالة قصور بالنسبة للتخلص من الكوليسترول الناتج من الخلية

ووظيفة HDLP هو ضمان النقل العكسي للكوليسترول من أنسجة الكائن الحي إلى الكبد حيث يتم تحليله .

وارتفاع مستويات HDLP يعنى كفائة التخلص من الكوليسترول ، ولقد ظهر أن هذا يقلل من خطر الإصابة بمرض القلب ، وحديثا أمكن فصل ثلاثة أنواع من ، $HDLP_1$ ، $HDLP_2$ $HDLP_3$ وأوضحت دراسة تمهيدية أن $HDLP_2$ هو المرتبط بالأثر الواقي ضد مرض القلب (الرياضة البدنية تسهم فى زيادة تركيزه فى الدم) . والبروتين الأساسي فى LDLP هو

الأبوليبــوتين من النــوع B أما الــبروتين الأساسي فى HDLP هو الأبوليبوبروتين من النوع A_1

ولــذلك تلجأ المعامل إلى التقــدير المباشر لكمية الــبروتين ونوعيته فى الليبوبروتين فإذا كان النوع A1 فى مستوى عــالي و B في مستوى منخفض فإن الشخص غير معرض للإصــابة بتصــلب الشرايين والعكس بالعكس .

كما اكتشف حديثا A Lipoprotein حامل للكوليسترول فعند إرتفاع مستواه فى مصل الدم تزيد نسبة الإصابة بمرض الشــريان التـــــاجي ، ويبـــــدو أن انتاجه مـــــبرمج وراثيا بغض النظر عن الكوليسترول الموجود بمجرى الدم ، وتركزاته لا تتأثر بالغــذاء ولا بعقاقير خفض الكوليسترول على عكس تركيزات LDL

والواقع أن تــركيب A Lipoprotein يشــابه جــزء من تركيبه البروتيني جزء من تركيب بروتين البلازمينــوجين (البلازمينــوجين مهمته إذابة الجلطات التى تتكون بالأوعية) ونتيجة لهذا التشاهب يحدث تنافس بين البلازمينوجين والـ A Lipototein وبذلك يحدث تثبيط للعملية الطبيعية الموجهة نحو إذابة جلطات الدم .

المركبات النيتروجينية الغير بروتينية Nonprotein nitrogenous Comp

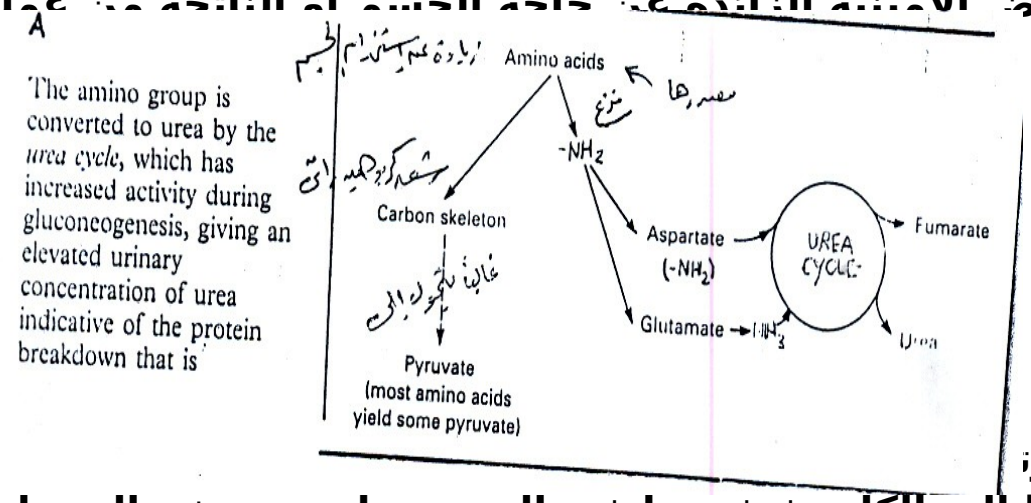
وتشمل هذه المجموعة عدة مركبــات غــير متجانسة التحتــوى على النيتروجين ولكنها ليت مواد بروتينية مثل البولينا والأحماض الأمينية والكرياتين والكرياتينين وحمض البوليك وصــبغة الصــفراء والكولين والأدرينالين والثيروكسين والجلوتاثيون والنيكلوتيدات

المادة	الكمية mg/dl	المتوسط
الأزوت الكلي غير البروتيني	40-14	30
اليوريا Urea	8-23	15
الأحماض الأمينية الحرة	8-5	7
الكرياتين	5-2.5	4
الكرياتينين	2-1	1.5
حمض البوليك uric	2-4	3

النشادر	**0.1-0.3**	
جلوتاثيون	**0.4**	
صبغة الصفراء	**0.1 – 1**	**0.4**

1- البولينا (اليوريا Urea)

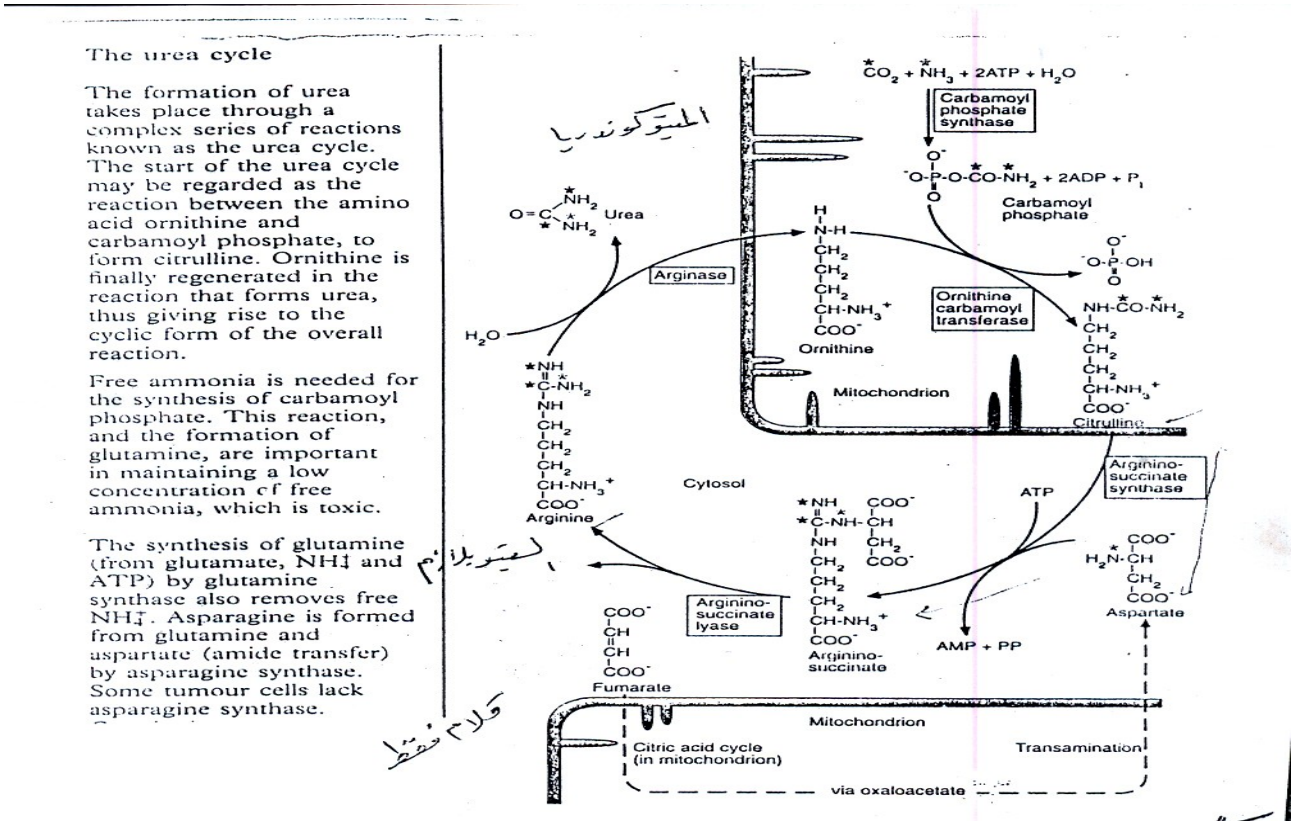
تمثل البولينا المركب النتروجيني الرئيسي الـذى تنكسر إليه المـــواد النتروجينية البروتينية وتتكـــون فى الكبد من أكســـدة الأحماض الأمينية الزائدة عن حاجة الجسم أو الناتجة من عمليات الهدم.



و ذى يحملها إلى الكلي فتفرزها فى البـــــول . وتنتشر اليوريا داخل الخلية وخارجها بنسب متســـــاوية كما أنها توجد فى الســـــائل النخاعي وفى العرق وفى اللعاب

تكوين اليوريا Urea formation

توجد عـــدة نظريـــات لتكـــوين اليوريا نـــذكر منها نظرية الكربامويل فوسـفات Carbamoyl phosphate الـذى يتم تكوينه

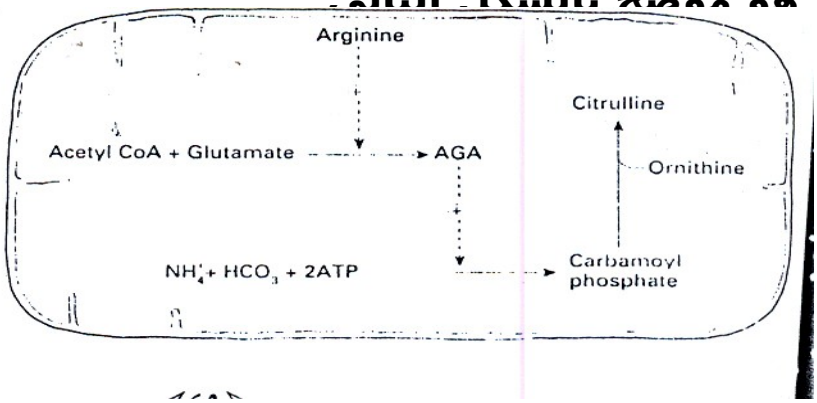


من الأمونيا الحرة بتفاعلها مع الحمض الأميني جلوتاميك وتكـوين الجلوتامين ، وبذلك يمكن للجسم التخلص من سمية الأمونيا

ويتم التحكم فى تكيون اليوريا عن طريق التحكم فى تكيـون مـركب الكربامـيل فوسـفات حيث يقـوم الحمض الأميـني ارجـنين Arginine بالتـأثير على انتـاج وتكـوين مـركب أسـتيل جلوتامـات Acetlglutamate (AGA) ويقـوم الأخـير بعد ذلك بالتـأثير على تكوين مركب كارباميل فوسفات Carbamoyl phosphate كما هو موضح بالشكل التالى

C

Carbamoyl phosphate synthase has an absolute requirement for *N*-acetylglutamate. Thus, indirectly it is controlled by the level of arginine, which stimulates AGA synthase.



تأثير اليوريا على البروتين

يفقد البروتين نشاطه الحيوي بإضافة اليوريا ويتغير طبيعته Recersible denaturation حيث تقوم اليوريا بتحطيم الوارابط التى بين جزيئات البروتين والماء ، وتقل الروابط المحبة للماء Hydrophobic المجاميع – R لبقاء الأحماض الأمينية فى السلاسل الببتيدية وتعطى جزيئات بروتين unfolding and dissociation protein وعند التخلص من اليوريا يعود البروتين إلى بنائه الطبيعي مرة أخرى renaturation

2- الأحماض الأمينية الحرة Free amino acids

توجد الأحماض الأمينية بمعدل يتراوح بين 6 و 12 مجم / 100 ملل دم وذلك كنتيجة لمحصلة التوازن الديناميكي بين البروتينات المختلفة فى لاجسم والموجودة بالدم وكذلك الهيموجلوبين ويكون مصدر الأحماض الأمينية :

1- خارجي من بروتين الطعام
2- داخلي نتيجة لتكسير بروتينات خلايا الجسم بواسطة انزيم كاثبثين

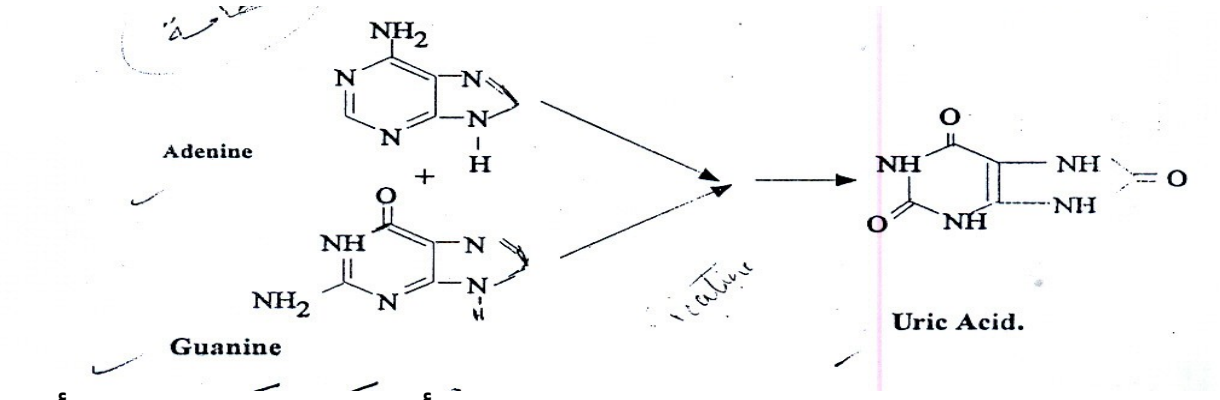
Cathepsin
Tissues Protein ← Amino Acids

وتزيد كمية الأحماض الأمينية فى الدم بعد وجبة غنية بالمواد البروتينية وقد تكون الزيادة نتيجة خلل فى الكبد فلا تنكسر الأحماض الأمينية وتتحول إلى يوريا

3- حمض البوليك Uric acid

يمثل حمض البوليك الناتج الرئيسي للقواعد البيورينية فى الجسم حيث يتحول كل من الأدينين والجوانين ومشتقاتهم إلى حمض اليوريك ، ويتم هذا التحول في الكبد وحمض البوليك صعب الذوبان ويسير فى الدم على هيئة أملاح ذائبة نوعا ما . وإذا زادت كميته فى الدم فإنه يترسب فى المفاصل ويسبب آلاما مبرحة أو قد يكون السبب فى مرض النقرس Gout الذى ينتج عند زيادة تكوين حمض البوليك وترسبه فى المفاصل (خاصة المفاصل الصغيرة) وغالبا ما يحدث ذلك كنتيجة لكثرة تناول البروتينات النووية التى تحتوى على قواعد البيورين بكثرة .وقد يصاحب هذا فشل الكلية فى اخراج حمض البوليك المتكون وكمية حمض البوليك في الدم الطبيعي 2 :ـ 4 مجم / 100 ملل دم وتزيد هذه

النسبة فى مرض النقـوس وأثنـاء الحمل والتهابـات الكلى أو عند تكسير عدد كبير من الخلايا كما فى بعض أمراض السرطان.



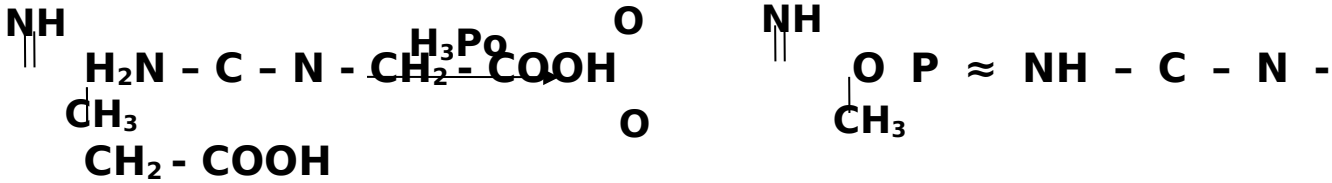
يتكون الكرياتين داخل الجسم ويبـدأ تكوينه فى الكلية أو في بعض الأنسجة كالبنكرياس حيث يتحد الحمض الأميني جليسـين مع مجموعة جوانيدين التى تؤخذ من الأرجنين ويتكون مركب يسـمى الجليكوثيـــامين Gluco-Cyamine والـــذى يتفاعل مع الحمض الأميني مثيونين (في الكبد) ويتكون كرياتين Creatine

ويجـود الكريـاتين فى الـدم بتركـيزه 5-7مجم / 100 ملل ولا يفرز بواسـطة الكلى ولكن يعـاد امتصاصه ويخـزن الكريـاتين فى العضـلات ويكـون مـركب فوسـفات الكريـاتين (فوسـفاجين Phosphagen) وهو مـــركب غـــنى بالطاقة يســـتفاد منها عند القيام بأى مجهود شاق

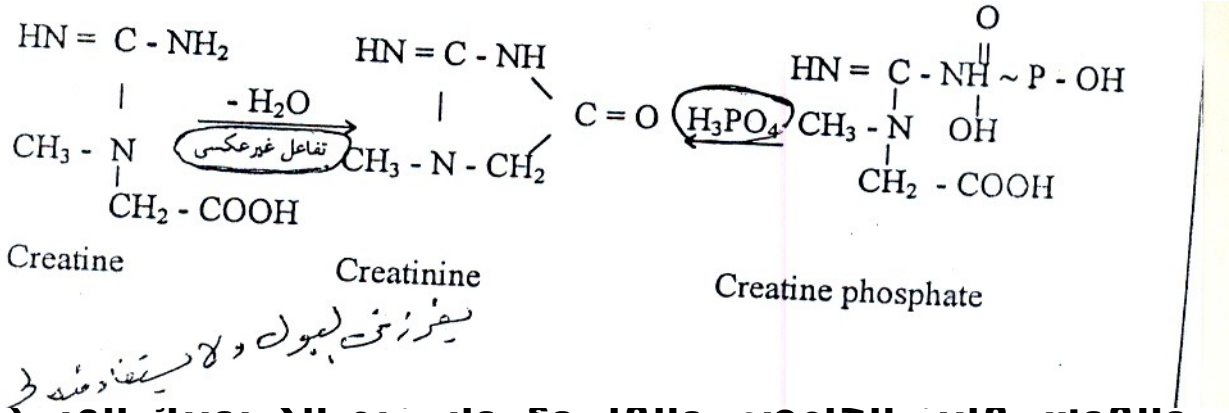
1-Arginine + glycine → Gluco –Cyamine

2-Gluco – Cyamine + Methionine → Creatine

3-Creatine + H_3PO_4 → Creatine phosphate



وبعكس الكرياتين فإن الكرياتينين يتم إفرازه فى البـول لأن الجسم لا يستطيع تحويله إلى كرياتين مـرة أخـرى ، والكريـاتينين ليس له فائدة فى الجسم ويصل تركيزه فى الدم من 2 : 5 مجم / 100ملل . ويتم إفـــرازه فى البـــول . وإذا مرضت الكلية فإنها لا تسـتطيع إفـرازه ويصـاحب ذلك إرتفـاع نسـبة البولينا أيضـاً ، كما يتكون أيضاً من الكرياتين فوسفات



يفرز فى البول ولا يستفاد منه

والفوسـفاتيز الحامضى والقلـوي وانـزيم الكربونيك الهيـدريز (الانزيم المثبت لثاني أكسيد الكربون) كما يوجد بالـدم انزيمـات التجلط ، وليس لهـذه الإنزيمـات أهمية ميتابلزمية ولكنها تمثل ما يخرج منها من الخلايا إلى الدم . ولهـذا السـبب فـإن قيـاس هـذه الإنزيمات فى الدم له فائـدة فى تشـخيص بعض الأمـراض وتفسر الزيـــادة فى نشـــاط الإنزيمـــات بالبلازما (أي الزيـــادة في كمية الإنزيمات) إلى :

1- الزيـادة في تكـوين الإنـزيم مثل زيـادة تكـوين الفسـفاتيز في اضطراب العظام

2- إضطراب في خروج الإنزيمات (فزيادة الأميلـيز في الـدم يـدل على إنسداد قناة البنكرياس)

3- إنطلاق بعض الإنزيمات من الخلايا بصورة غير طبيعية (يحـدث نتيجة لزيادة تكسير خلايا الأنسجة كما يحدث فى حـالات زيـادة انزيمات الترانس أمينيز عند إصابة عضلة القلب .

4- إنطلاق بعض الإنزيمات بكميـات أكـثر من معـدلها نتيجة وجـود أورام غـير طبيعية كما هو الحـال فى مـرض سـرطان المثانة حيث تزيد نسبة الفسفاتيز الحامضي ويمكن إلقاء الضـوء على بعض الإنزيمات فى الدم

أ) الأميليز Amylase

يتم إفراز الأميليز من اللعاب والبنكرياس ويوجد الأميلـيز فى البلازما بنسبة ضئيلة وعند زيادته فى الـدم يرجع ذلك إلى إلتهـاب البنكريـــاس أو إنســـداد القنـــاة البنكرياســـية حيث يصل أميلـــيز البنكريـاس فى الـدم مباشـرة ، وكـذلك فى حالة إلتهـاب الغـدة النكفية يزيد الأميليز في الدم

ب) الليبيز Lipase :

يعتـبر البنكريـاس المصـدر الأساسي للإنـزيم فى الـدم ولهـذا يزيد معزيادة الأميليز فى حالات التهاب البنكرياس.

ج) الفوسفاتيز القلوي Alkaline phosphatase :

درجة الـ PH المثلى لهذا الإنزيم 9 ، وهو يتكون في العظـام بواســطة خلايا التكلس ولــذلك فــإن قيمته فى الــدم لها فائــدة تشخيصية هامة فى أمراض العظام وبواسـطته يمكن التميـيز بين الكساح ولين العظام وإلتهاب العظام كما يزيد فى أمراض الكبد .

د) الفوسفاتيز الحامضي Acide phosphatase :

وتعتـــبر 4.9 هى الدرجة المثلى لـــ PH الـــتى ينشط عنـــدها الإنـــزيم ، ويعتـــبر الكبد والطحـــال وبعض الأنســـجة الأخـــرى مثل البروستاتا المصدر الأساسي لهذا الإنزيم ولذلك تزيد كميته مئـات المرات فى حالة إصابة هذه الأنسجة (ولا يوجد هـذا الإنـزيم قبل البلوغ أو فى حالة الإخصاء) ولذلك فهـذا الإنـزيم له أهمية كـبرى فى تشخيص سـرطان البروسـتاتا الـتى تزيد فيه كمية الإنزيمـات زيادة هائلة ترتفع نسبتها في الدم بكمية كبيرة .

ص) الترانس أمينيز Transaminases (Got&GPT)

ويوجد هـذان الأنزيمـان فى العضـلات خاصة عضـلات القلب ، كما يوجد فى خلايا الكبد ولهذا يزيد تركيزهما عند إصـابة عضـلات القلب ، أو إلتهـاب الكبد ولكن الزيـادة فى إلتهـاب الكبد أكـبر من الزيادة فى حالة إصابة عضلة القلب .

ن) جلوكوز -6- فوسفاتيز Glucose -6- phosphatase

ويوجد هذا الإنزيم بكرات الدم الحمراء حيث يساعد فى تمثيل المواد الكربوهيدراتية بها ويقل تركيزه فيها وراثيا نتيجة لإختلال فى الجينات ويؤدي هذا إلى زيادة فى سيولة كرات الدم الحمراء .

ي) لاكتات هيهيدروجينز Lactate dehydrogenase

يزيد هذا الإنزيم عند إصابة عضلة القلب ويزيد أيضا فى أمراض الكبد وبعض أمراض الدم , ويحدث ارتفاع كبير في أنزيمات GOT وكرياتيني كينيز CK وأنزيم هيدروكسي بيوتيرات ديهيدروجينز HBDH ولاكتات ديهيدروجيز عند إصابة عضلة القلب

المركبات الغير عضوية فى الدم

1- الصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد :

يتركز عنصر الصوديوم NA+ خارج الخلايا بعكس البوتاسيوم الذى يتركز داخل الخلايا ولهذه الأيونات دور كبير فى نقل النبضات العصبية خلال الليفة العصبية حيث تتوزع الشحنة السالبة داخل غشاء الخلية العصبية والشحنات الموجبة فى الخارج ، ويؤدي دخول وخروج أيونات Na ، K^+ إلى عكس الإستقطاب و بالتالي سريان النبضة العصبية والجدول التالي يبين تركيز أيونات Na , K^+ , CL^- داخل وخارج الخلايا فى الثدييات

ion	Cell (mM.)	Blood (m.M)
K+	139	4
NA+	12	145
Cl-	4	116

وتلعب أيونات الكلوريد مع البيكربونات دورا هاما فى تثبيت درجة حموضة الدم pH ولا يتغير تركيز هذه المواد بالدم فى الحالات العادية ولكن يقل الكلور فى وقت الهضم حيث يستخدم فى إفراز HCL المعدي

2- الكالسيوم والفوسفور Ca++ , P

يوجد الكالسيوم فى البلازما فى صورتين :

أ- جزء قابل للإنتشار وهو يوجد على صورة متأينة أو غير متأينة ويكون هذا الجزء من 50-60% من كمية الكالسيوم فى الدم . وهذا الجزء يستطيع النفاذ خلال جدران الخلايا وله دور هام

فى بعض العمليـات الحيوية مثل تجلط الـدم وتنظيم حساسـية العضلات

ب- جزء غير قابل للإنتشار يمثل 40-50% من الكالسـيوم ويكـون متحـداً مع بروتينـات البلازما أو المصل وليس له القـدرة على النفاذ خلال جدران الخلايا وهو ليس له أهمية فسيولوجية

ويتم التحكم فى مســتوى الـــ Ca^{+2} فى الـــدم بواســطة فيتامين Vit D وهرمون الباراثيرويد والكاليستونين كما يلي :

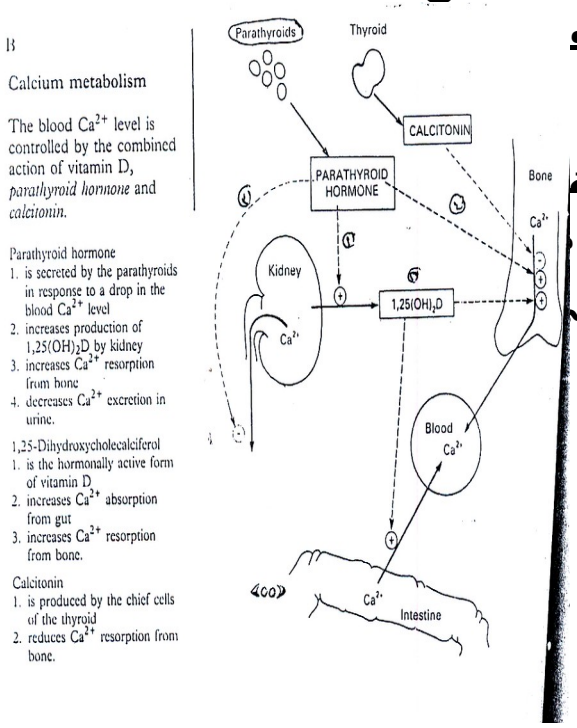
هرمون الباراثيرويد Parathroid hormone

يتم إفرازه عند حدوث نقص فى مستوى الكالسـيوم Ca++ فى الدم :

- **الهرمون يعمل على زيادة تكوين vit D بواسطة الكلى**
- **يزيد من إمتصاص العظام لعنصر الكالسيوم Ca++**
- **يقلل من إفراز الكالسيوم فى البول**

فيتامين د Vit D 1.25 $(OH)_2$ D

- **ويعتـــبر 1.25(oH) D_2 هو الصـــورة الهرمونية النشـــطة لفيتامين د**
- **يزيد من امتصاص الكالسيوم CA^{+2} من الأمعاء**
- **يزيد من امتصاص الكالسيوم ف**



كاليستونين Calcitonin

- **يتم إنتاجه من الخلايا الرئيسية**
- **يقلل من إمتصاص الكالسيوم**

ويمكن تصور ميتابلزم الكالسيوم ف

أما كمية الفوسفور غير العضوي فتتراوح بين 2.5-4.5 مجم فى البالغين ويزيد فى الأطفال إلى 6.5مجم / 100 ملل . وتقل كمية الفوسفور غير العضوي أثناء التمثيل الغذائي الكربوهيدراتي وذلك لإستخدام أيونات الفوسفات فى كثير من المركبات الحيوية داخل الخلية

وأهمية الكالسيوم والفوسفور كبيرة فى تكوين العظام ونقصهما فى الدم يؤدي إلى مرض الكساح فى الأطفال ولين العظام فى الكبار .

3- اليود Lodine :

يوجد اليود بالبلازما بنسبة 0.004 – 0.008 مجم / 100 ملل ومعظم اليود موجود في صورة هرمونات الغدة الدرقية T3,T4 ومعظم اليود فى الدم متحد مع بروتينات البلازما ، ولهذا فإن تعيين اليود بالدم له أهمية كبيرة فى مرض الغدة الدرقية ، لأنه يبين مستوى هرمونات الغدة وحالتها الوظيفية

4- الكبريتات So_4

يوجد الكبريت فى بلازما الدم على عدة صور :

أ- الكبريتات الإيثيرية

ب- الكبريتات غير العضوية

ج- الكبريت المتعادل (على هيئة جلوتاثيون)

وعند زيادة الجلوتاثيون فى الدم تزيد بذلك نسبة الكبريت المتعادل

5- المغنسيوم Mg^{++} :

يوجد المغنسيوم داخل وخارج الخلايا بعكس الكالسيوم الذى يوجد بالبلازما فقط .

6- الحديد Fe :

تصل نسبة الحديد الكلية في الدم 45-60مجم / 100 ملل بينما نجد أن كميته فى البلازما 50-80 ميكروجرام مما يشير إلى أن معظم الحديد في الدم يكون موجود فى صورة هيموجلوبين داخل كرات الدم الحمراء

- **ويوجد الحديد فى الأنســجة مع بــروتين الفــيرتين ferritin وينقل فى الدم فى صورة ترانس فيبرين transferrin ويعتبر بــروتين الأبوفــيرتين هو الصــورة الحــرة لــبروتين الفــيرتين ferrtin**
- **ويلامس الفيرتين أكسدة الحديد Fe+2 إلى حديديك fe+3**
- **ويتكــون الــترانس فــيرين فى الكبد ويوجد فى الســيرم فى صورة بيتاجلوبين β globulin**
- **ويخــزن الحديد فى صــورة فــيرتين ferrtein فى انسـجة الكبد والطحــال ، وهو يتكــون من 24 تحت وحــدة 24 subunits ووزن جــزئ 450.000 ويحــاط بسلاسل ببتيدية تحتــوى على قشرة غير عضوية تحتوى على 4500 ذرة حديد ، ويمكن اعتبار هذا البروتين عامل مهم فى إزالة سمية الحديد .**
- **لا يوجد للحديد ميكانيكية لإفــــرازه ، ولكن يــــتراكم ببطء فى الجسم خلال حيــاة الشــخص . ويتم امتصــاص الحديد بكميــات قليلة من الغـذاء وعنـدما تكـون هـذه الكمية غـير كافية بحـدث الأنيميا**

والحديد ضروري لتكوين الهيموجلوبين وبالتـالي لبنـاء كـرات الدم الحمراء ، وعند تحطم كـرات الـدم الحمـراء يحـدث امتصـاص فى خلايا الكبد أو الطحال .

- **الحديد لا يتم إفرازه بواسـطة الكلى ولكن يمكن افـرازه جزئيا عن طريق المواد المخلبية مثل desferrioxamine**
- **فيتامين ح يزيد من امتصاص الحديد**

وقف النزيف الدموي Hemostasis

هي عملية ديناميكية معقـــدة تتم بعوامل كيميائية وفيزيائية لتكوين تجلط صـلب ، هـذا التجلط الـدموي يـؤدي لمنع المزيد من فقد الدم .

خطوات وقف النزيف

أ) عوامل غير وعائية

وهي عوامل تتمثل فى تقـارب الأنسـجة لكي تقلل من كمية الــدم وهــذه عوامل فيزيائية وهنــاك عوامل كيميائية تتمثل فى تحرر مجموعة من المركبات تساعد على وقف النزيف

ب) عوامل وعائية :

حيث يحـــدث تقلص لا إرادي للوعـــاء الـــدموي Vascular spasm المصـــاب لتقليل تـــدفق الـــدم , وهـــذا التقلص يســـبب إنقباضـات عصـبية بسـبب نبضـات الألم من الوعـاء المصـاب إلى الأوعية الدموية.

ج) تجلط الدم Blood coagulation

يعتبر تجلط الدم وتخثرة هو الميكانيكية الثالثة لوقف النزيف ، ويحـــدث التجلط نتيجة لنشـــاط مجموعة من المـــواد من جـــدار الوعاء المصاب ومن الصفائح الدموية ومن بروتينات الدم فتـــؤدي إلى التصاق الوعاء المجروح

عوامل التجلط Clotting Factors

توجد عـــدة عوامل تشـــترك مع بعضـــها في مجموعة من التفاعلات لتؤدي فى النهاية إلى تكيون الفيـبرين الصـلب Fibrin hard clot وهذه العوامل موضحة في الجدول المقابل كالآتي

Human Blood Coagulation Factors

Factor Number	Common Name	Subunit Mass (kD)
I	Fibrinogen	340
II	Prothrombin	72
III	Tissue factor *or* thromboplastin	37
IV	Ca^{2+}	
V[a]	Proaccelerin	330
VII	Proconvertin	50
VIII	Antihemophilic factor	330
IX	Christmas factor	56
X	Stuart factor	56
XI	Plasma thromboplastin antecedent (PTA)	160
XII	Hageman factor	80
XIII	Fibrin-stabilizing factor (FSF)	320
	Prekallikrein	88
	High-molecular-weight kininogen (HMK)	150

[a] Factor V, was once called factor VI; consequently there is no factor VI.

1- (Fibrinogen)

هـ ، ويتمـيز بإرتفا

2- Factor 2 (prothrombin)

3- Factor 3 (thromboplastin)

أ) ثرومبوبلاستين الأنسجة Tissue thrombolastin وهو ينتج من خلايا الأنسجة المصـابة وعند إضـافة هـذا المسـتخلص إلى الـدم كلوريد الكالسيوم فيحدث تجلط خلال 30 ثانية

ب) ثرومبوبلاستين الأنسجة : تمزق الصفائح الدموية يؤدي إلى تحرر هذا العامل الذى يتكون من + phosphatidy serine phosphatidylethano amine وتأثيرة مشابه لتأثير الثرمبوبلاستين الخاص بالأنسجة

4- Factor IV Ca^{+2}

- **يوجد الكالسيوم بتركيز 10مجم / 100 ملل ، يوجد نصفهم فى صورة أيونية**
- **أيون الكالسيوم ضروري لتحول البرثرومبين إلى ثرومبين ، حيث ينشط التفاعلات الأنزيمية لتكون الثرومبوبلاستين .**
- **نزع أيونات الكالسيوم بواسطة أكسالات الصوديوم أو فلوريد الصوديوم أو سترات الصوديوم يمنع تكوين الجلطة ولذلك يمكن حفظ عينات الدم للتحليل بإضافة أحد هذه المركبات مع ملاحظة أن الأكسالات والفلوريدات سامة ولذلك تستخدم السترات حتى لا تؤثر على مكونات الدم .**
- **نقص الكالسيوم يؤدي إلى مرض الكزاز tetany**

5- العامل المتغير (Factor V (abile factor :

يصنع فى الكبد وهو عبارة عن جلوبيولين ذائب وهو لازم لعملية التجلط الـ Extrinsic والـ intrinsic وهو غير موجود بالدم ويقل فى أمراض الكبد .

ملحوظة : العامل V بعد تنشيطه يصبح العامل Va ، وهو يسمى العامل V1 ولذلك لا يوجد ما يسمى بالعامل V1

6- (Factor V11 (stable factor العامل الثابت :

وهو عبارة عن بيتا جلوبيولين B- Globulin يتم تخليقه فى الكبد وهو لازم لعملية التجلط الـ extrinsic وهو ثابت لتفرة طويلة ويعتقد أنه أحد الإنزيمات ويقل فى أمراض الكبد وعند نقص Vit K وكذلك عند تناول مركبات الديكاومارين Dicumarin

7- الجلوبيولين المضاد للنزف Factor V111

ونقص هذا العامل يؤدي إلى الهيموفيليا Haemophilia A وهذا العامل من المحتمل أنه يتكون فى الكبد أو الطحال . وهو لا يوجد فى السيرم

8- Factor IX

وهو عبارة عن جليكـوبروتين يتكـون فى الكبد ونقصه يـؤدي إلى الهيموفيلليا من النـــوع Haemophilia B ويقل تكوينه فى أمــراض الكبد وعند نقص فيتــامين ك Vit K وكــذلك عند تنــاول مضــادات فتيــامين ك لمــدة طويلة ، وهو غالبا انــزيم ينشط عند تكوين الخثرة .

Factor X stuart F -9

وهو ضروري لتحويل البروثرومبين إلى ثرومبين ، ويقل أيضا فى حالة أمراض الكبد

Factor X1 -10

نقصه يؤدي إلى هيموفيلليا من النوع Haemphilia C ويقل أيضا فى أمراض الكبد وتعادل مركبات الديكومارين Dicumarin

Factor XII -11

Factor XIII -12

يعمل على بلمرة متقاطعة للفيـبرين فيـؤدي إلى ثبـات الفيـبرين وتكوين جلطة صلبة .

Fletcher Factor -13

وهو بروتين من أنواع البيتاجلوبيولين β- Globulin ويتم تنشيطه بواسطة العامل XIII a

Fitzgerald factor -14

وهو عبارة عن ألفـاجلوبيولين ά- Globulin هو يسـاعد فى تنشيط العوامل XI , XII ولم تظهر أعراض مرضية عند نقصه .

Platelet Factor 3 -15

تحتوى الصفائح الدموية على مواد ضرورية لتكـوين الجلطة ، وهذا العامل يتكون من فوسفوليبيدات phospholipid

Von Willebrand factor -16

وهو بروتين يتم تكوينه من الخلايا وكذلك الصـفائح الدموية ، وهو عامل مهم لإلتصاق الصفائح الدموية فى مكان الجرح .

ميكانيكية تخثر الدم Mechanisms of blood coagulation

يتم تكوين الجلطة فى 3 مراحل

1-تمـزق الوعـاء الـدموي (أو أي ضـرر فى الـدم) ويتكـون منشط البروثرومبين prothrombin activator

2-يقــوم منشط البروثرومــبين بتحويل البروثرومــبين إلى ثرومبين Thrombin

3-يعمل الثرومـبين كـإنزيم ويحـول الفيـبرينوجين (بـروتين ذائب) إلى فيبرين Fibrin (بروتين غير ذائب)

<u>تكوين منشط البروثرومبين بطريقتين :</u>

أ- Extrinsic pathway

وتبـدأ هـذه التفـاعلات من الأنسـجة والخلايا المحيطة بالوعـاء المجروح

ب- Intrinsi pathway

وتبدأ تفاعلاته من الدم نفسه

مضادات التجلط Anti- Coagulant

1) In vivo

أ- الهيبارين : يستخدم الهيبارين التجاري المستخلص من الأنسجة الحيوانية ويحقن بمعـــدل 0.5-1 مجم / 1 كجم من وزن الجسم فيــؤدي إلى زيــادة فــترة التجلط من 6 دقــائق إلى 30 دقيقة (يســـتمر هـــذا التـــأثير لمـــدة 4 ســـاعات) ويتم التخلص من الهيبارين فى الدم بواسطة انزيم هيبارنياز Heparinase

ب- ديكمــارول Dicoumarol مــركب نبــاتي يمنع تجلط الــدم فى الجسم فقط بواسطة إعاقة التكـوين العـادي للعوامل الـتى تخلق فى الكبد بمساعدة Vit K وهذه العوامل هي X, LX, VI, II وهذه الإعاقة تتم بميكانيكية تثبيط تنافسي مع Vit K

- **يؤخذ عن طريق الفم ويبــدأ مفعوله بعد 1-2 يــوم ويســتمر تأثيره لفترة طويلة**
- **تتم إزالة سميته بواسـطة تنـاول جرعـات عالية من فيتـامين Vit K**

2) Invitro

أ- هيبارين :

ا- حيث يقوم الهيبارين تثبيط تكيون الثرموبين thrombin

2- يمنع الهيبارين تكسير الصفائح الدموية platelets وبالتــالي لا يخرج العامل الصفائحي وبالتالي لا يتكون الـ Thromoplastin

3- يثبط عمل الثيرومـــبين المتكـــون قبل ذلك لوجـــود مجموعة HSO4 فى الهيبـــارين حيث تتفاعل مع المجـــاميع القلوية القوية للثرومبين

ب- Ethylene diamine tetractate EDTA

وهي تقوم بالإرتباط بأيونات الكالسيوم

ج- أملاح السترات والأوكسالات Citrate & Oxaltate

أملاح البوتاسيوم للأكسالات والسترات تتفاعل مع الكالسيوم

د- فلوريد الصوديوم Nafl

ويستخدم فلوريد الصوديوم بشكل خاص كمثبط للتفاعلات التى تتم فى كرات الدم الحمراء ومثبط لفعل البكتريا ويمكن استخدام مخلوطا مع اكسالات البوتاسيوم أو مع الـ EDTA

Notes :

- **عند تقدير السكر فى الدم يجب اجراء التحليل بسرعة فى أقل من ساعة من لحظة أخذ عينة الدم أو يضاف Nafl كمثبط لتفاعلات كرات الدم الحمراء وبذلك يمنع عملية التحلل الجليكولي glycolysis**
- **عينة السيرم أو البلازما يمكن الإحتفاظ بها لمدة 4 ساعات على درجة حرارة الغرفة أو 24 ساعة فى درجة 4م ، أما لو حفظت أكثر من ذلك فيجب أن يكون تحت درجة التجمد Freezing**

التغيرات التى تحدث ف الدم بالحفظ Changes in blood on keeping

1- فقدان CO_2 Loss of

نظراً لأن كمية CO_2 فى البلازما أعلى منها فى الجو ، فينتشر Co_2 من البلازما للجو ، ومن الخلايا إلى البلازما ، وهذا يجعل الدم أكثر قلوية ويزيد رقم الـ PH

$$H_2CO_3 \rightarrow \quad Co_2 + H_2o$$

ولتجنب ذلك يتم جمع الدم فى السرنجة وبها الهيبارين ثم توضع فى الفريزر مباشرة ، وهذه العملية مهمة فى تقدير غازات الدم وكذلك قياس درجة الـ pH

2- تحويل الجلوكوز إلى حامض لاكتيك Conversion of glucose to lactic acid

ويمكن التغلب على ذلك بإضافة Na fl كمثبط للإنزيمات التى تقوم بعملية Glycolysis

3- تكوين الأمونيا Formation of ammonia

تتكون الأمونيا بسرعة فى الدم وكثير من المركبات النيتروجينية وخاصة عند تلوث الدم بالبكتريا، ولتجنب ذلك يوضع الدم فى أوعية مغلقة ومعقمة .

4- مرور بعض الأيونات من الكرات الحمراء إلى البلازما

وذلك لأن البوتاسيوم والفوسفات مثلا توجد بتركيزات عالية فى كرات الدم عنها فى البلازما وبذلك تتسرب هذه الأيونات إلى

البلازما ، ولذلك يفضل فصل كرات الدم الحمراء بأسرع مما يمكن لتجنب حدوث ذلك

5- تحويل البيروفات إلى لاكتيك :

ولمنع ذلك يفضل إضافة مادة مسربة للإنزيمات لمنع ذلك مباشرة بعد أخذ العينة

6- تحولات أخرى :

العديد من الهرمونـات تتـأثر بالإنزيمـات المحللة Proteases فى الدم ولذلك يجب أن تحفظ العينـات بعد الطـرد المركـزي فى الثلاجة مباشرة تحت التجمد ويفضل أيضا أن يتم الطرد المركــزي تحت التبريد

تختلف الفصـائل حسب وجـود أو غيـاب بروتينـات وراثية موجـودة على سـطح كـرات الـدم الحمـراء تمسى الألتيجينـات antigen والفصائل نوعان :

- **النوع الأول ABO ويوجد منها 4 فصائل دموية O, AB, B, A**
- **النـوع الثـاني RH إذا كـان موجـود يسـمى إيجـابي Positive وإذا كان غير موجود سلبي Negative**

The ABO system

يحتـوى غشـاء كـرات الـدم الحمـراء على أنـواع من الأنـتيجين antigen تسـمى أجيليوتينـوجين agglutinogens وأهمهم هو B,A

- **الأجليوتينـوجين agglutinogen عبـارة عن جليكـوبروتين ويختلف النـوع A عن B فى تـركيب بـاقي السـكر ، فـالنوع A يحتـوى على اسـتيل جـالكتوز أمين بينما النـوع B يحتـوى على جـالكتوز galactose بينما النـوع AB يحتـوي على كل من النوعين من السكر**
- **عند تعريض الدم (كـرات الـدم الحمـراء) لنـوع مختلف تتكـون أجسام مضادة تسمى أجلوتينين agglutinin**
- **أي أن فصـيلة الـدم A (الـتى تحتـوي على A agglutinogen على كرات دمه الحمراء) وفي البلازما أجسـام مضـادة تسـمى anti-B agglutinin (عند إضافة كرات دم حمراء من النـوع B يحدث تخثر تحلل للدم)**
- **بالمثل فى كرات الدم من النوع B**
- **الفصـيلة O لا تحتـوى على أي من الـ agglutinogen ولـذلك فهي لا تحتوى على انتيجينات**
- **وتعيين فصائل الدم هام جدا قبل نقل الدم أو زرع الأعضاء**

ويتم التعـيين عن طريق محلـولين أحـدهما A Anti والآخر Anti B يؤخذ 0.5 سم3 من المحلولين السابقين ويوضع على كل منهما نقطة دم على الشريحة ثم تترك دقيقتين ونشاهد ما يلى :

1-إذا حدث تجلط مع Anti A إذا الفصيلة A
2-إذا حدث تجلط مع Anti B إذا الفصيلة B
3-إذا حدث تجلط مع Anti A+B إذا الفصيلة AB
4-لم يحدث تجلط للدم إذا الفصيلة O

والفصيلة O تسمى المعطى العام لأن دم هـذه الفصـيلة يمكن أن يعطى لأى شـخص أخر لو كـان ذو فصـيلة مختلفة بـدون خـوف ، وسـبب ذلك يرجع إلى أن كـرات الـدم الحمـراء لهـذا الفصـيلة لا تحتوى على أي من الأنتيجيات من النوع A أو B

Rhesus Factor (RH)

عامل الـ Rh ويسمى الأنـتيجين (Dantigen)ـ D أكتشف فى الدم Rhesus monkey وهذا الأنتيجين موجـود على كـرات الـدم الحمراء لـ 85% من الناس ، وإذا كان هذا الأنتيجين موجود يسمى Rhpositive وإذا كان غير موجود يسمى Rhnegative

- **لا يوجد فى النـــوع الســـالب الأجســـام المضـــادة المقابلة ، ولكنها تبدأ فى التكوين عند نقل دم موجب إليه**

أهمية Rh :

- **إذا كان الزوج مـوجب والزوجة مـوجب لا يحـدث شئ ويكـون الجنين موجب**
- **إذا كان الزوج سالب والزوجة سالبة لا يحدث شئ للجنين**
- **إذا كـان الـزوج مـوجب والزوجة سـالب فـإن الجـنين 80% موجب**

وفى هذه الحالة لا يوجد خطر على الجنين لأن الدم القـادم من الأم سالب ولا يـؤثر على حيـاة الجـنين ... ولكن فى نهاية الحمل وعند الولادة فنجد أن جزء من دم الجنين يمر عبر الـدورة الدموية للأم ... وهـذا يسـبب تحـريض للجهـاز المنـاعي للام لكي تكـون أجسام مضادة لأن كرات الدم للجنين موجبة وبـذلك يظهر فى دم الأم أجسام مضادة لهذه الكرات الدموية الحمراء .

وعند الحمل مرة ثانية فـإن الأجسـام المضـادة الـتى تكـونت فى الأم سـابقا تمر من جسم الأم وتـدمر كـرات الـدمر الحمـراء للجنين (الموجبة) مما يؤدي بحياة الجنين وهذه الحالة تعـالج بعد ولادة الجنين الأول بإعطائها حقن خاصة خلال الثلاثة أيـام الأولى بعد الولادة . وهذا كفيل بالقضاء على هذه الأجسام المضادة التى تكونت فى دم الأم . وكذلك القضاء على كرات الدم التى تسـربت من الجنين للأم . حتى لا تتكون أجسام مضاده لها مرة أخرى .

تنقسم كيميـــــاء اللبن إلى كيميـــــاء تركيبية وتحليلية وهما يكونان الجزء الأول من كيمياء اللبن ثم الكيمياء الحيوية والكيمياء الصناعية .

الكيمياء التركيبية

مكونات اللبن :

يعتـــبر اللبن من أعقد الســـوائل الطبيعية ســـواء من جهة الـتركيب الكيميـائي أو من جهة الخـواص الطبيعيـةويكون المـاء الجزء الأكبر من 80-90 % أما الجزء الباقي فيتكـون من مجموعة من المواد الجافة الكلية ، بعضها عضوي وهو الجزء الأكبر والبعض الآخر غير عضوي وهو الجزء الأصغر ومن المـواد العضـوية الـدهن والبروتين والسكريات والمواد الغير عضـوية أملاح اللبن أو رمـاده ولو أن جزءا منه يتسامى بالحرارة ويفقد أثناء الحرق .

المواد العضوية الأساسية Major Constituents

1) الدهن :

هو أعلى مكونـــــات الغـــــذاء قيمة حرارية ويوجد مخزنا فى الأنسجة الحية لمـدة طويلة دون تلف لشـدة مقاومته للتحلل على هذه الحالة , وهو المصدر الأساسي للمجهود والطاقة (energy) فى جميع الأجسام الحية ، ويوجد الدهن فى اللبن بنسبة متفاوته حيث قد يكـــون من القلة لدرجة لا تزيد عن 1% وقد ترتفع هـــذه النســبة إلى أكـثر من 20% فى لبن بعض الثـديات وهو فى هـذا التفــاوت الشاسع يكــون متــأثرا بكثــير من العوامل أهمها نــوع الحيوان وسـلالته . ويقـدر الـدهن فى اللبن عـادة بإستخلاصه منه بواسـطة مـذيبات الـدهون أ,بفصـله عن بقية المكونـات بواسـطة القـوة الطـاردة لمركزية بعد التـأثير على المكونـات غـير الدهنية بكيماويات خاصة حتى يسهل إنفصـاله . هـذا والجـزء المسـتخلص بالمذيبات أو بالطرد المركزي يحتـوى علاوة على الـدهن مركبـات أخرى بنسب قليلة ولذا فتقـديره بهـذه الطـرق ينطـوي على شئ كبير من التجاوز ،وأهم المواد المصاحبة للدهن هي الكوليسترول – الكـــاروتين – فيتامينـــات وســـيفالين Cephalin والكـــولين – والليشين ونسبة ضئيلة من الأحماض الدهنية الحرة

تركيب دهن اللبن :

التعبير الصحيح عن دهن اللبن هو دهون اللبن ، ويرجع ذلك إلى أن هذا المركب عبارة عن عدد كبير من الجليسريدات المختلطة بالأحماض الدهنية ، وتسمى الجليسريدات التى يدخل فى تركيبها حمض واحد من الأحماض الدهنية بالجليسريدات البسيطة وهى قد تكون أحادية الجليسريد أو ثنائية أو ثلاثية .

وقد يدخل فى تركيب الجليسريد حامضان أو ثلاثة أحماض غير متشابهة وتسمى الجليسريدات فى هذه الحالة بالجليسريدات المختلطة وهي لابد وأن تكون جليسريدات ثنائية على الأقل ، والجليسريدات الموجودة فى الحالة الطبيعية ينـدر أن تكون من الجليسريدات البسيطة (إذا أنها عادة من المختلط أو المركب) هذا ويدخل التشابه isomerism فى تركيب هذا الجليسريدات و قد يكون التشابه بنائيا structural أو فراغيا sterio الذى يؤثر على الضوء المستقطب .

ولذلك يمكننا أن نتبين أن التريبك العام للدهن والأحتمالات العديدة التى يمكن أن يتكون هذا المركب وباسطتها ليصبح مزيحا معقدا من الجليسريدات المختلطة سواء أن كانت ثلاثية أو ثنائية وتحتوى الأحماض الدهنية الموجودة فى الدهون على عدد مزدوج من ذرات الكربون تبدأ بالعدد 4 ولذلك نجدها عند التحلل تتخذ خطواط متسلسلة تبدأ من ذرتين أو حاصل ضرب ضرتين من الكربون ، كما أن جميع الدهون الطبيعية تحتوى على أحماض دهنية غير مشبعة تنتمي إلى السلسلة الأحماض ذات التركيب CnH_2n

ومن هنا يتخذ الدهن خاصية اتحاده بعده عناصر فى كثير من التفاعلات وعلى ذلك فعلاوه على الجليسريدات المشبعة توجد جليسريدات أخرى تدخل الأحماض الدهنية غير مشبعة فى تركيبها ، وقد نجد جليسريدات أحادية الأحماض المشبعة ثنائية الأحماض غير المشبعة وقد نجد جليسريدات ثنائية الأحماض المشبعة أحادية الأحماض الغير مشبعة ، ويزيد ذلك من الأحتمالات المعقدة فى تكوين الجليسريدات ومن وجود التشابه الفراغي sterero إلا أنه نظرا لضرورة تكوين الجليسريدات المستقطبة للضوء من أحماض مستقطبة له فلابد وأن تكون هذه الجليسريدات موجودة على صورة رأسيمية (ليس لها استقطاب للضوء inactive) ويحتوى دهن اللبن على جليسريدات الأحماض الدهنية ذات الذرات

الكربـــــون المزدوجة ابتـــــدأ من حمض البوتريك حـــــتى حمض الأستياريك . وتدخل هذه في تكوين الجليسريدات المختلطة الـتى تكون كلها من نوع الجليسريدات الثلاثية

عدد ك	المتوسط		نسبة		الحامض
4	2.932	بيوتريك	2.241- 4.230	Buteric	C_3H_7 COOH
6	1.898	كابرويك	1.29 - 2.400	Caproic	C_5H_{11} COOH
8	0.786	كابريليك	0.827- 0.041	Caprylic	C_7H_{15} COOH
10	1.570	كابريك	1.187- 2.008	Capric	C_9H_{19} COOH
12	5.945	لوريك	4.533- 7.687	Lauric	$C_{11}H_{23}$ COOH
14	١٩.٥٧٨٤	ميرستيك	15.504 - 20.618	Myristtic	$C_{13}H_{27}$ COOH
16	15.167	بالمتيك	5.782 - 22.863	Palmitic	$C_{15}H_{31}$ COOH
18	14.907	ستياريك	7.803 - 20.37	Stearic	$C_{17}H_{35}$ COOH
20	31.895	اراكيدونيك	25.273 - 40.313	Arachidonic	$C_{19}H_{33}$ COOH

ا

خصوصا الثلاثة أحماض الأخيرة وبمقارنة تركيب دهن اللبن تبركيب كثير من الدهون الطبيعية الأخرى نجد أن دهن اللبن يمتاز بإرتفاع نسب الأحماض ذات الوزن الجزيئ المرتفع فيه عنها فى أي دهن آخر . ونظراً لسهولة تحلل هذه الأحماض عن الأحماض العالية بسبب زيادة قابليته للذوبان والتفاعل فدهن اللبن يعتبر دهنا ممتازا من ناحية توليده للطاقه علاوة على احتوائه على الفيتامينات ذات القيمة الحيوية الهامة كما يمتاز هذا اللبن بإرتفاع نسبة الأحماض الطيارة فيه وجميع الأحماض المذكورة فى الجدول السابق مشبعة ما عدا الحمض الأخير فهو غير مشبع .

وتدل البحوث على وجود أحماض دهنية أخرى غير مشبعة مثل حضم اللينيوليك C17H31COOH وحمض الأراشيديك C17H29 COOH كما أن البعض مشبع وبه مجاميع أخرى مثل فصل حمض دهني من لبن الجاموس هو حمض الأستياريك ثنائي الأيدروكسيل Dihydroxy stearic

الخواص الطبيعية للدهون :

بالرجوع إلى المراجع الكثيرة التى درست الخــواص الطبيعية لــدهون اللبن نلاحظ كثــيرا من التبــاين فى بعض هــذه الخــواص ويرجع ذلك بطبيعة الحال إلى التباين فى تركيب الدهن كما يرجع أيضا إلى اختلاف طرق الأختبار نفساه ، كما يجب الإشــارة إلا أننا قد نلاحظ شذوذا فى بعض الخواص الطبيعية للدهون عن مثيلاتها للمواد الآخــرى ، فعلى ســبيل المثــال نجد أن نقطة إنصــهار دهن اللبن ليست نفســها نقطة تجميــدها ويخــالف ذلك المــألوف فى المواد الآخرى حيث تنطبق النقطتان عند رجة واحــدة ، ولكننا نجد فى حالة دهن اللبن أن نقطة الإنصــهار تقع ما بين 28-36م بينما تجميده تقع ما بين 19-24.5 م

الوزن الجزئي للدهن يتراوح بين 258-266

معامل الإنكسار على درجة 40م يقع بين 1.4527-1.4566

الحالة الطبيعية للدهن فى اللبن :

يوجد الــدهن فى اللبن الطــازج الــذى لم يــرج على صــورة كريــات منفــردة مغلقة بمــركب فوســفوليبيدي بروتيــني وتختلف حجم الكريات ما بين 0.1 ميكرون إلى 10 ميكرون بمتوسط قدره 3 ميكرون ، بينما تختلف عــدد الكريــات فى 1م3 من اللبن ما بين 2×10^{12} إلى 4 $\times$ 10^{12} ويتبع ذلك الأختلاف تبــاين حجم الكريــات ونســبة الــدهن ودرجة تركــيزه . ففي اللبن ذات نســبة الــدهن المرتفع يوجد من الكريــات الكبــيرة عــدد أكــبر منها فى اللبن الفقــير فى الــدهن – علاوة على ذلك توجد عــدة عوامل أخــرى تتحكم فى حجم الحبيبات وعددها كنوع الحيــوان وســلالته ومرحلة فصل الأدرار – كما أن للعائق المعطاه للحيوان تــأثير كبــير فمــواد العلف الجــاف تقلل من حجم الحبيبــات بينما تزيد حجمها بالتغذية على العليقة الخضراء ، كما وجد بصفة عامة أنها كلما زادت نســبة الأحماض الدهنية غير المشبعة فى الدهن كلما زاد حجم الحبيبــات مع ثبات العوامل الأخرى ، ولحبيبات الــدهن فى اللبن إذا ما تــرك فــترة ما ، ميل خــاص للتجمع والتكتل فى شــكل عناقيد ما بين 2-12 فى العادة .

ويرجع ذلك إلى وجود مادة مجمعة تعــرف بإسم Agglutinin ولذا فالكريات تسبح فى اللبن عادة فرادى أو فى مجــاميع يختلف عددها كما سبق الذكر ، إختلافاً كبيرا تبعا لنــوع الحيــوان، وتقليب

اللبن أو نقله من وعـاء لآخر نجد أن بعض الكريـات تتجمع ويـزداد ميلها للتجمع أو التكتل كما زاد رج اللبن وتقليبه وتتوقف درجة هذا الميل إلى عدة عوامل هي :

1) الحرارة 2) الحموضة PH

3) نسبة الدهن ودرجة إنتشاره 4) قوة الرج

5) درجة سيولة الوسط السابحة فيه الكرات

والثلاث عوامل الأخـــيرة تتحكم فى درجة إحتمـــال تصـــادم الحبيبـــات أو الكريـــات والحـــرارة تـــؤثر على درجة التجمع نظـــراً لتأثيرها على وسط الإنتشـار ولزوجته وكـذلك على سـطح الكـرة ومحتوياتها الداخلية ونشـــاط الأجلوتيـــنين وتـــأثير كل من هـــذه التغيرات على بعضها ، على ذلك يختلف رد فعل الحرارة بـإختلاف درجتها .

فـــرج اللبن أو القشـــدة على درجة حـــرارة أعلا من درجة إنصهار الدهن يسبب صـغر حجم الحبيبـات وإنقسـامها حيث يقف التجمع بتاتا عند درجة 75م – كما أن البســـترة البطيئة 145م لها نفس الأثر

والعوامل فى ذلك كثيرة ومعقـدة إذ ترجع إلى قـوام كريـات الـــدهن وكـــذلك إلى العامل المجمـــع، أما درجة إنتشـــار الـــدهن فيلاحظ أثرها بتجنيس اللبن إلى كريات أصـغر حجما ويتسـبب عن ذلك إمتنـــــاع تجمعها ، ومن الملاحظ أن كل كرية من الكريـــــات المجتمعة تحتفظ ببنائها الأصـــلي عند تجمعها مع كريـــات أخـــرى ويشـترط فى ذلك قيـام غلافها على حالته الأصـلية بتغـير بسـيط يظهر كإنبعـاج بسـيط فى بعض المنـاطق وإنبسـاط فى أمـاكن أخرى ، إذا لابد من هذا التغير عند التصادم

المواد المصاحبة للدهون Fat associated comp

يجب الإشارة إلى أن مستلخص الأيثر يشمل مواد أخرى غـير الدهن

1- الكوليسترول

ويوجد هذا المركب ذائبا فى دهن اللبن بكميات صـغيرة تصل إلى 0.316 – 0.4566 % وتم تقـديره فى البن ثـديات محسـوبا بالملليجرام فى 100 حجم دهن :

إنسان	16.4 ملليجرام	كلب	55 ملليجرام	
ماعز	14.0 ملليجرام	نعجة	22.5 ملليجرام	
بقرة	12.00 ملليجرام	قطة	63.00 ملليجرام	
فرس	11.5 ملليجرام	أرنب	109 ملليجرام	
خنيز	145 ملليجرام			

والكوليسترول عديم الذوبان فى الماء قليل الذوبان فى الكحول والأيثر البارد ولكنه سريع الذوبان فى الكحول والأيثر الساخنان ومعظم المذيبات العضوية الأخرى الساخنة

2- الفوسفوليبدات Phosholipids

وهي عبارة عن جليسريدات مختلطة حيث تتصل أحدى المجموعات الأيدروكسيلية فى الجليسريد بمجموعة إرتباط الكولين وحمض الفوسفوريك فى حالة اللسيثين الحقيقي بمجموعة إرتباط إيثايل أمينو وحمض فوسفوريك فى حالة الكيفالين .

أما باقي المجموعات الأيدروكسيلية فى الجليسريدات فتظل كما هي متحدة بالأحماض الدهنية مثل الدهون الحقيقية – إلا أنه هذه الأحماض تكون فى العادة من الأحماض ذات الوزن الجزيئ المترفع . والليثين والكيفالين هما أكثر الفوسفوليبدات انتشاراً إلا أن يوجد فى دهون اللبن مركب ثالث من المركبات المسماه بالمسفنجوميلين Sphingomlene

وتوجد الفوسفوليبدات الثلاثة بدهن اللبن بكميات صغيرة جداً قدرها البعض كما يلى :

فى اللبن الكامل	0.037 %	فى القشدة	0.1685 %
في اللبن الفرز	0.0155 %	فى الزبدة	0.2060 %

اللبن الخض 0.1142 %

ويلاحظ وجود إختلاف فى نسب هـذه المركبـات بـدهن اللبن فى الأبحــاث المختلفة يرجع ذلك أســاس إلى صــعوبة فصــلها ، ويبــنى التقــدير فى معظم الحــالات على تقــدير الفوســفور فى المواد المستخلصة من الدهن وكثيراً ما يكون الإستخلاص غير تام وقد ينتقل إلى المســتخلص شئ من الفوســفور غــير العضــوي . والأحمــاض الدهنية الداخلة فى تــركيب هــذه المركبــات قد تكــون مشـــبعة أو غـــير مشـــبعة وعلى ذلك فـــالفرق الأساسي بين الليشــينات المختلفة يرجع إلى اختلاف أنــواع الأحمــاض الدهنية الداخلة فى تركيبها .

الكيفالينات وكذلك الليثيثينات مواد متميعة وتتأكسد بسهلوة بينما نجد الســـفنجوميلين أقل تميعـــاً وأقل قابلية للأكســـدة والليثينيات لا تــذوب فى خلات الإيثايل والأســيتون ولــذا تســتعمل هـــــاتين المـــــادتين فى ترســـــيبها من المحاليل ، كما أن الســفنجوميلين يكــون مســتحلبا مع المــاء وترسب منه بواســطة الأستيون ويستافد من ذلك فى فصلها .

3- الكاروتين Carotin :

وهو عبارة عن صــبغة صــفراء توجد فى اللبن بنســبة قليلة ، الكاروتين مركب أيدروكوربوني غير مشبع رمزه العام C40H56 ، وله 3 صور مختلفة هي α, β , δ وتختلف بعضها عن بعض فى كثــير من الخــواص ، ويتحــول بعضــها إلى فيتــامين A وفى بعض الحالات يكون الكاروتين الموجود كله بيتا β هــذا ولا يحــدث تحــول من صورة α إلى β فى جسم الحيــوان ، ونسب الكــاروتين فى دهن اللبن يتوقف على مــدى تنــاول المواشي للأغذية الخضــراء ، والواقع أن لبن الأبقار هو أكــثر الألبــان تكونا بهــذه العليقة ، كما لوحظ أن درجة إصـــفرار ألبـــان الســـلالات المختلفة يختلف تبعا للأنواع والسلالات حتى ولو كانت العليقة واحدة . كذلك الحال فى مـــركب الزانزوفيل Xanthophyl حيث تختلف نســـبته فى دهن اللبن بـــإختلاف نســـبته فى الأغذية كما لوحظ أن مركبـــات الزانثوفيل أكــثر قابلية للتحلل فى قنــاة الأبقــار الهضــمية عن الكاورتين .

4- الأحماض الدهنية :

توجد بعض الأحماض الدهنية المنفردة بنسب ضئيلة جـداً فى دهن اللبن الطــازج إلا أن هــذه النسب تزيد بمضى الــوقت على الــدهن وتعرضه لعوامل التحلل المختلفة ، وقد كــان يعــزى طعم ورائحة دهن اللبن إلى وجود الأحماض الدهنية المنفــردة منخفضة الوزن الجزيئ ولكن الأبحاث الحديثة أثبتت أن هذه الخــواص ترجع إلى مركبات أخرى

5- الفيتامينات :

يوجد فى اللبن فيتــامين K,E,D,A .... (وهي الفتيامينــات الذائبة فى الدهون)

الأرقام الثابتة للدهن :

نظــراً لأهمية دهن اللبن فى التغذية وكــذلك لإرتفــاع ســعره عن الــدهون الأخــرى ولــذلك فقد إهتم البــاحثون بدراسة خواصه الطبيعية والكيميائية ومن هــذه الدراســات تم وضع هــذه الأرقــام الثابتة التى تدل على خوال اللبن .

الأرقام الطبيعية :

أ) الكثافة من 0.936 – 0.94 على درجة 15م

ب) معامل الأنكسار 1.459 – 1.462

ج) نقطة التصلب 19.1 – 24.5 م

د) نقطة الإنصهار 28.4 – 33.3م

الأرقام الكيميائية :

أ) رقم التصبن 219.7 – 230.6

ب) رقم رشارت 20.6 – 33.15

ج) رقم بولنسكي 1.4 – 3.1

د) الرقم اليودي 25.7 -37.9

سكر اللبن Lactose

رمــــزه الكيميــــائي $C_{12}H_{22}O_{11}$ ويوجد فى لبن الثــــديات الأرضية جميعها ، ويختلف نسبة وجوده بإختلاف نــوع الحيــوان من 2-8.5% واللكتوز سكر ثنــائي مخــتزل يتكــون من جــزئ جــالاكتوز وجزئ جلوكوز ، وله طرف الدهيدي مختزل ، ويتم تحليله بواسطة

أنزيم lactose ويوجد اللاكتوز فى 3 صور هي ألفالاكتوز لا مائي وألفـالاكتوز مـائي وبيتـالاكتوز hyarate lactose ، Mono β والصـــورة الأخـــيرة هي الموجـــودة فى الطبيعية ، ينصـــهر على 20.16م ويحـــرف الضـــوء المســـتقطب بزاوية قـــدرها 89.4 عند ذوبانه مباشـرة وإذا تـرك لمـدة 6 دقـائق فـإن درجة الإسـتقطاب تقل حـــتى تصل بعد 24 ســـاعة إلى درجة ثابتة هى زاوية 55.5 ولـــذلك يســـمى اللاكتـــوز بأنه مـــزدوج الإســـتقطاب Birotation وتسـمى درجة الإسـتقطاب الاولى بالأسـتقطاب الأصـلي Initial rotation والثابتة تسمى بالأستقطاب النهـائي final rotation ويسـاعد التسـخين أو إضـافة القلـوي إليه إلى إسـراع التحـول ، ولهذا الظاهرة أهمية خاصة فى تقدير اللاكتوز بواسطة البولاريتر فى منتجـات الألبـان الـتى قد يتبلـور منها اللأكتـوز بعد وقت كما في اللبن المكثف

قابلية اللاكتوز للذوبان :

يذوب اللاكتوز فى الماء بنسـبة جـزء إلى 6 أجـزاء فى المـاء البـارد ، 2.55 جـزء من المـاء السـاخن ، واللاكتـوز لا يـذوب فى الايثانول 95% والميثانول والأثير ، ويـذوب فى البيريـدين بنسـبة 2% وكذلك نوعا ما فى حمض الخليك .

الخواص الكيميائية

يتحول سـكر اللبن بسـهولة إلى حمض لاكتيك بواسـطة نـوع البكتريا المنتمى إلى بكتيريا حمض لاكتيك ، ونظريـاً يعطى جـزئ واحد من اللاكتـــوز 4 جزيئـــات حمض لاكتيك إلا أن الكمية الناتجة عملياً تكون عـادة أقل نظـراً لتكـون مـواد أخـرى فى التخمر مثل Acetyl methl carbionl, Buteric acid Co_2 كما أن جزءاً من حمض اللاكتيك يتحد وكالســـيوم الكـــازين أو الفوســـفات مكونا لاكتات كالسيوم ويتحرر الكازين أو فوسـفات الكالسـيوم الحمض وهذا ما يسمى بالتجبن الحمضى .

وتتخلص عملية التخمر فى كـون أنـزيم اللاكتـيز يقـوم أولا بتحليل اللاكتـــوز إلى جلوكـــوز وجـــالكتوز (ملحوظة لا يتحلل إلى حمض لاكيتك إلا بعد تحلله إلى جلوكوز وجالكتوز أما ما يتبقى من اللكتـــوز دون تحلل فلا يحـــدث له تخمر) والجوكـــوز النـــاتج من التحلل يتم فسفرته إلى الصورة النشطة ثم يحدث تفاعل تجمعي أو تكثفى Condensation لتكـــون مـــركب Acetyl methyl

carbinol وحمض البيوتريك والأســـــتيون وقد ينتج أيـــــدروجين وجليسرين

ويمكن تلخيص عملية التجبن الحمضى وهو يحـــدث عنـــدما تصل درجة PH4.6 فند أن حضم الأكتيك يأخذ الكالســـــــيوم من الفوسفات أو من كازينات الكالسيوم ويترسب الكــازين ويتم ذلك تحت تأثير بكتريا حمض اللاكتيك .

القيمة الغذائية للاكتوز :

لاتـــزال معلوماتنا عن القيمة الغذائية للســـكريات محـــدودة بدرجة كبيرة ومادام هـذا السـكر موجـود فى اللبن دائما ولا يوجد غـيره فلابد أن يكـون له خـواص فى التغذية وعلى الأقل بالنسـبة للصغار الحيوانات :

تركيب اللبن :

يتركب اللبن من المكونات الأساسية الآتية :

الدهن 2.5 – 8 %

الماء 80-90%

والمواد الصلبة اللادهنية وتشتمل على :

أ- سكر اللبن (لاكتوز)

ب- مواد بروتينية أهمها (الكازين – جلوبيولين – البيومين)

ج- كارويتوليبيدات

د- فيتامينات

هـ- أثار من حمض الستريك

و- أملاح معدنية

ز- أنزيمات

ويختلف تركـــيز هـــذه المكونـــات فى اللبن حسب فصـــيلة الحيـوان أساسا ، ثم تختلف بعد ذلك فى حـدود ضـيقة بين أفـراد كل فصيلة حسب جسم الحيوان وغذائه وحالته الغذائية ... الخ

وفيما يلى متوسط تركيب لبن الحيوانات المختلفة

إسم الحيوان	الماء %	دهن %	سكر %	كازين %	البيومين وجلوبين	رماد	ملاحظات

				ولين		
فرس	90.6	1.7	0.75	1.24	0.75	0.36
ناقة	86.5	1.8	3.07	0.59	3.49	--
بقرة	82.5	3.4	4.75	3.00	0.4	0.7
ماعز	82.3	7.57	4.96	4.62	0.6	0.84
جاموسة	76.00	4.64	4.22	3.49	0.86	0.76
نعجة	79.5	0.863	4.26	5.23	1.45	0.97
مرأه	88.5	3.3	6.8	0.9	1.4	0.2

عوامل اختلاف تركيب اللبن :

1- الحالة الفردية للحيوان :

وجد أن تركيب لبن الأبقار يختلف فى تركيبه وخصوصاً كمية المـواد الصـلبة اللادهنية من حيـوان لآخر ، ويرجع ذلك إلى عـده عوامل ويحدث التغير كذلك ولكن بنسبة بسيطة فى نسـبة الـدهن وسكر اللبن ، وقد لوحظ عـادة أن اللبن الـذى يحتـوى على نسـبة منخفضة من الماد الصلبة الغير دهنية تنخفض فيه نسـبة اللاكتـوز بينما ترتفع فيه نسـبة الكلوريـدات كما تنخفض نسـبة البروتينـات إنخفاضا ضـــعيفا وخلط لبن القطيع ببعضه جيـــدا يعطي صـــورة واضحة لمتوسط تركيب الألبان فلا يؤثر فيه هذا الإختلاف الفردي بالنسبة التى تؤثر فى العينات الفردية فى الألبان

تغيير تركيب اللبن أثناء عملية الحليب :

وجد أن أول كمية يـدرها الحيـوان أثنـاء الحليب تكـون نسـبة الـدهن فيها أقل من الكمية التالية ثم تـزداد تـدريجياً وأخر كمية من الحليب تكون أغنى فى الدهن

اللبن	بنسبة الدهن فى ثلاث فترات		
1- الكمية الأولى	0.9	1.6	1.6
2- الكمية الثانية	2.6	203	3.25
3- الكمية الثالثة	5.35	4.1	5.00

4- الكمية الرابعة 9.8 8.1 8.3

2- تأثير سن الحيوان فى تركيب اللبن :

تتأثر مركبات اللبن المختلفة بتقدم سن الحيـوان وقد لوحظ أن الإدرار فى السن الصـغيرة يكـون جيـداً وبه نسـبة من الـدهن أعلى من السن المتقـدم ولكن بزيـادة السن ترتفع نسـبة الإدرار ولكن تقل نسبة الدهن .

سن الأبقار	نسبة أدرار 6 أشهر	نسبة الدهن
2 سنة	362 جالون	3.82
4 سنوات	403 جالون	3.76
6 سنوات	4.8 جالون	3.63
8 سنوات	468 جالون	3.69
10 سنوات	475 جالون	3.64
12 سنة	493 جالون	3.48

كما لوحظ أن بعض مكونـات اللبن مثل الرمـاد وسـكر اللبن والمـواد الصـلبة اللادهنية والكـازين والأزوت الكلي تنقص كلما تقـدم سن الحيـوان ما عـدا الألـبيومين فـإن نسـبته على العكس تزداد بتقدم الحيوان فى العمر .

3- تأثير الولادة على تركيب اللبن :

تقل عادة نسبة الدهن وكذلك نسبة المـواد الصـلبة اللادهنية عقب الـولادة حـتى الشـهر الثـالث ثم تأخذ فى الإرتفـاع تـدريجيا حـتى الجفـاف وعموما يتـأثر تـركيب اللبن أثنـاء مـدة الحليب بالعوامل الأساسية الأتية :

أ) سلالة الحيوان

ب) حالة الحيوان قبل وبعد الولادة

ج) التغذية قبل وبعد الولادة

مدة الحليب بالشهر	نسبة الدهن %	المواد الصلبة اللادهنية	مدة الحليب %	نسبة الدهن %	المواد الصلبة اللادهنية

%			%		
9.0	3.7	6	8.95	3.7	1
9.10	4.0	7	8.7	3.4	2
9.17	4.1	8	8.74	3.3	3
9.29	4.17	9	8.84	3.4	4
9.29	4.24	10	8.81	3.6	5
9.29	4.7	11			

وهناك عوامل تؤثر على تركيب اللبن مثل الظـروف الجوية ، تختلف نسبة الدهن فى لبن الجويان - قليلا - تبعا لفصول السـنة ودرجة الحرارة والتغيرات الجوية الطارئة

4- تأثير الغذاء على تركيب اللبن :

لوحظ أن الأبقار الـتى تتغـذى على غـذاء مناسب تـدر لبن لا تتغير فيه نسـبة الـدهن حـتى ولو تغـيرت كمية الغـذاء ، وكـذلك لا تتغير نسبة الجواد اللادهنية فيه ، أما الذى يتأثر بكمية الغذاء فمى كمية الأدرار فقط فقد لوحظ أن إستخدام المـولاس ولو بكميـات كبيرة أو إضافة ملح إلى العليقة لا يـؤثر أيضا على صـفات اللبن . هذا بينما الحيوانـات الأخـرى الـتى تتغـذى على عليقة جافة فإنها تنتج لبنا تزيد فيه نسـبة المـواد الصـلبة اللادهنية عن المعـدل ، ونقص التغذية المسـتمر يـؤدي إلى قلة الأدرار ولا تتـأثر نسـبة الـدهن إلا بقـدر بسـيط ، هـذا بينما التغذية الزائـدة عن حاجة الحيـوان قد يـؤدي إلى زيـادة الأدرار ولكنها لا تزيد نسـبة الدسم ولكنها تزيد من نسـبة الـبروتين بنسـبة بسـيطة ، والتغذية على بعض المـواد الزيتية أو الدهنية مثل بـذور السمسم أو القطن أو فول الصويا فى العليقة يـؤدي إلى إرتفـاع نسـبة الـدهن بصـورة واضحة .

وعمومـاً فـإن العناية بـالحيوان وتغذيته قبل وبعد الـولاده ينشأن عنها زيادة كمية الأدرار وكذلك زيـادة نسـبة مكونـات اللبن لبضعة أشهر

5- تأثير المرض على تركيب اللبن :

يتغـير تـركيب اللبن إذا ما أصـيب الحيـوان بسـوء الهضم أو أصيب بأى مرض أخرى ويسبب نقصا واضحا فى نسبة السـكر فى اللبن وزيادة الكلوريد والرماد فى كثـير من الحـالات المرضـية أما نسـبة الدسم فتميل عـادة إلى الزيـادة أكـثر منها إلى النقصـان وكذلك الألبيومين

أما الألبيومين فينقص عـادة بنسـبة خاصة بحيث تبقى نسـبة البروتينات فى اللبن ثابتة أما فى حالات التهاب الضرع فإن نسبة الدهن وكذلك نسبة الكازين تقل ويقل فيها نسبة اللاكتـوز ، بينما تزداد نسبة الكلوريـدات إلى حـوالي 100%ـ -ـ 200% عن نسـبتها فى اللبن الطبيعي

والتغيرات التى تطرأ على اللبن قرب مده الجفاف تشبه إلى حد كبـير التغـيرات الـتى تطـرأ عليه فى الحـالات المرضـية ، هـذا ويمكن القـول إجمـالاً أن تـأثير أغلب الأمـراض على لبن الأبقـار يسبب نقصاً فى كمية السكر وزيادة فى الكلوريدات كما أن نسبة المواد الصلبة اللادهنية تقل عن معدلها الطبيعي

تغيير التركيب اللبن من يوم لآخر :

لوحظ فى كثير من الأبقـار أن تـركيب لبن كل منهما وكميته يتغير فى كل فردبين يوم وآخر، ولكن فى حدود بسيطة هذا بينما متوسط تركيب وكمية اللبن للقطيع لا يطرأ عليها تغير يذكر .

السرسوب وتركيب اللبن بعد الولادة :

أو سائل يفرز من الضـرع بعد الـولادة عبـارة عن لبن كـثيف القــوام يختلف فى تركيبه عن اللبن العــادي ويعــرف ذلك بإسم السرسوب أو اللبا . ويستمر إفرازه عادة لمدة أسبوع

يمتاز السرسوب بإحتوائه على نسبة مترفعـة من الألـبيومين والجلوبيولين كما يحتوى على نسـبة مرتفعـة من المـواد الغذائيـة مثل الرماد والكلوريدات ونسبة قليلة من اللاكتوز ويوضح الجدول التـالي تغـير السرسـوب فى تركيبـه تـدريجيا خلال السـبعة أيـام الأولى بعد الولادة

الـزمن بعد الولادة	الكثافـة النوعية	NaCl %	بروتين %	كـازين %	الـبيومين + جلوبيــولين %	لاكتوز %	دهن %	رماد %	ماء %	التجميع

صفر	1.27	0.152	13.5	2.15	11.34	2.19	5.15	1.01	73.00	+
6 ساعات	1.44	0.162	10	3.5	6.3	2.7	6.8	1.91	79.54	+
12 ساعة	1.037	0.156	6.05	3.00	1.96	3.7	3.8	0.89	85.47	+
يوم	1.024	0.156	4.52	2.76	1.48	3.98	3.4	0.86	87.23	+
2 يوم	1.032	0.149	3.74	2.63	0.69	3.98	2.8	0.83	88.56	+
4 أيام	1.34	0.135	3.76	2.68	1.08	4.72	2.8	0.83	88.15	+
7 أيام	1.032	0.113	3.31	2.42	0.69	4.96	3.45	0.87	87.87	+

من هذا الجدول يتضح أننسبة كلوريد الصوديوم والبروتين والكازين والألبيومين والجلوبيولين والكثافة النوعية والمادة الجافة تقل تدريجيا أثناء تحول السرسوب إلى اللبن العادي

حموضة اللبن

تتراوح درجة الـ PH فى اللبن الطازج بين 6.5- 7.5 وإذا ارتفعت القمي عن ذلك فهذا يشير إلى إصابة الماشية بمرض التهاب الضرع وبذلك ترتفع نسبة Na+ للمحافظة على الضغط الأسموزي للبن والذى ينتج من إنخفاض نسبة اللاكتوز فى اللبن ، أما إنخفاض قيم الـ pH فينتج عن وجود نسبة عالية من السرسوب أو يرجع إلى نشاط ميكروبي حيث تحلل سكر اللاكتوز إلى حمض لاكتيك ويعتبر اللبن من المحاليل التى لها قدره تنظيمية Buffering لأنه يحتوى على مركبات منظمة لها القدرة على مقاومة التغير فى الـ pH وعموما تختلف حموضة اللبن بإختلاف سلالة الحيوان

ومن أهم المركبات التى لها فعل تنظيمي فى اللبن :

1- ثاني أكسيد الكربون Co2

يحتـوى اللبن عند حليبه على 20 ملليجـرام من ثـاني أكسـيد الكربون / 10 مل لبن ولكن تقل هذه النسبة بعد فترة لفقده فى الهواء أو بالتسخين

2- البروتينات :

والمجموعات المتأينة فى البروتينات يشـنأ عنا فعل تنظيمي له أهمية فى نطاق PH4.6-8.3

3- الفوسفات :

ومن المعـــروف بـــأن حمض الأرثوفوســـوريك حمض ثلاثي التكافؤ له مـدى واسع فى تنظيم PH حيث له 3 درجـات Pka هي 12.32 ,ـ 7.12 ,ـ 1.96 وتلعب ذرة الهيـدروجين المتأينة رقم 2 (فوســـــفات ثنائية) دوراً هامـــــاً في المحافظة على الأس الأيـــدروجيني للبن . ويحتـــوى اللبن على 1 مللي مكـــافئ من الفوسفات الغير عضوية الذائية فى كل 100 مل من اللبن .

4- السترات :

حـامض السـتريك ثلاثي التكـافؤ له 3 درجـات Pka هي 5.9, 4.74,ـ 3.08 وعند PH 6.6 يسود أيون السـترات ثلاثي التكـافؤ ويساهم بدرجة بسيطة فى السعة التنظيمية للبن

5- اللاكتات :

وغالبا ينشأ عن التحلل الناتج من الميكروبات لسكر اللاكتـوز إلى حمض اللاكتيك الذى يشارك فى العملية التنظيمية للبن .

تركيب اللبن الفرز :

أهم أختلاف فى تـــركيب اللبن الفـــرز عن اللبن العـــادي هو نسـبة الـدهن فى كل منها إذ أن نسـبة الـدهن فى اللبن الفـرز والمفروز جيدا بواسطة الفرازة تكون 0.05% هـذا بينما تكـون فى اللبن الرائب المنزوع منه الدسم حوالي 0.5%

تركيب شرش اللبن :

وهو عبـــارة عن الســـائل الرائق الـــذى يتخلف عن اللبن بعد عملية التجبن أي بعد فصل الكـــازين والـــدهن وأهم مكونـــات لبن الشـرش لاكتـوز 5% = P_2O_2 ، CL = 0.077 % K= 0.149 % Citric acid = 0.237 Mgo = 0.013% والباقي ماء . 0.144%

تحضير سكر اللاكتوز صناعياً :

يحضر اللاكتوز من الشرش بواسطة تركيب المحلول المائي بإستخدام درجة حرارة من 60-70م حتى تصبح نسبة المواد الصلبة 55-60% (تحتوى على 38-42 سكر لبن)

ويترك السائل لمدة 1-5 يوم حتى نحصل على بللورات كبيرة يمكن فصلها بالطرد المركزي ، ثم تجفف البلورات ويعاد ذوبانها فى الماء وترسب مرة ثانية وتكرر هذه العملية عدة مرات للتنقية ، قد يضاف إلى المحلول المركز الأصلي فحم حيواني نشط لإمتصاص اللون ثم يرشح السائح الناتج يستخدم كعلف للماشية لأنه يحتوي على نسبة من المواد البروتينية ورماد وحمض لاكتيك وأثار من سكر اللاكتوز .

ويتحول الجالكتوز المفسفر إلى Triose فى طريق مشابه للفركتوز داي فوسفات الخاصة بتحليل الجلوكوز وبذلك ينتج 4 جزيئات حمض لاكتيك من جزئ لاكتوز ، وفى أنواع أخرى من البكتريا تقوم بتحليل اللاكتوز إلى جالكتوز وجلوكوز بدون فسفرة وتفرز إنزيمات تقوم بتحويل الجولكتوز إلى جلوكوز ثم تتم التحويلات إلى حمض لاكتيك كما أن هناك بعض الميكروبات مثل Pseudomonas تؤكسد الجلوكوز إلى حمض جلوكونيك ثم يتسمر تمثيله إلى حمض لاكتيك .

2- التخمر البروبيوني :

ويقوم ميكروبات مثل Propinoi bacterium حيث أن التفاعلات لا تنتهي بعد تكوين حمض اللاكتيك ولكنها تستمر كما يلى لإنتاج حمض بروبيونيك وحامض خليك Co2 وماء

$3CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}COOH \rightarrow 2CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOH + CH_3\text{-}COOH + CO_2 + H_2O$

وهذا التخمر هو أساس صناعة بعض أنواع الجبن السويسري

بروتينات اللبن :

البروتين الأساسي المكون للبن البقري هو الكازين (δ, β , ά) وكذلك البيومين اللبن وجلوبيولين اللبن (δ, β , ά) وتتراوح نسبة كازين اللبن بين 2-3.5 % وعموماً فإن نسب الكازين فى

اللبن تسير فى تـوازن مع نسـبة الـدهن فى اللبن طبقا كما كتبه Vanslyke وأنه من المعروف أن نسبة الكازين تختلف من حيـوان لآخر ، وكـازين اللبن له علاقة هامة جـدا بصـناعة الجبن ، ويعـرف الــبيومين اللبن وجلوبيــولين اللبن بأنه يتجبن بــالحرارة ويمكن فصلها من الشـرش بعد فصل الكـازين وتـتراوح نسـبة الأليـومين فى لبن البقر بين 0.55-0.7%

الكازين : يتكون أساساً من عناصر P,S,N,O,H,C

خواص طبيعية :

مـادة غـير متبلـورة توجد أحيانـاً على شـكل صـفائح رقيقة بيضاء إذا كان نقياً – لا يتبقى عن حرقة أي رماد – عـديم الطعم – مادة هيجروسكوبية إذا كانت على شـكل مسـحوق فتمتص رطوبة حــوالي 8% والكــازين لا يتجمع بــالحرارة وهو قليل الــذوبان وخصوصا إذا كان معامل بالكحول .

خواص كيميائية :

يعطى الكازين نتيجة إيجابية مع إختيـارات التلـوين المختلفة بالبروتينات

إختبار Biuret: يعطي لون أزرق غامق

إختبـار Ninhydrin : يعطي لـون أزرق غـامق أو بنفسـجي محمر أو أصـفر مع أي مجمـوع أمينية حـرة ، وهو من الإختبـارات الحاسة للبروتينــات وهنــاك إختبــارات أخــرى تخصيصــية مثل Mellon, folin , xanthoprothic تعطى نتــائج إيجابية مع البروتينات

تحضير الكازين الفقي :

يحضر الكــازين عــادة من اللبن الفــرز المــنزوع منه الدسم بإضافة أحماض معدنية تصل درجة تركيزها (PH4.6) ودهن اللبن يجب أن يفصل قبل بــدأ عملية التحضــير لأنه من الصــعب فصل الـدهن من الكـازين بعد إنتهـاء التحضـير ،وذلك راجع إلى تكـوين طبقة جامدة من الكـازين حـول حبيبـات الـدهن ويصـعب إخراجها بأي مذيب عضوي وفى نفس الوقت يتأثر الكازين بهذه المــذيبات العضــوية ويفقد بعض صــفاته خصوصا إذا كــان عومل بكحــول أو ثنـائي كبريتيد الكربـون أو الإيـثر البـترولي . لـذلك يجب أن يفـرز اللبن عدة مرات بالطرد المركزي لفصل أإلب الدهن الموجود ، ثم

يضاف إليه كمية قليلة من قلوي مخفف ويعاد فرزه عدة مرات بالطرد المركزي ، وفى هذه الحالة يفصل الدهن كلية من اللبن ، ويصبح اللبن الفرز خالي تماماً من الدسم يعامل اللبن الفرز الناتج بالطريقة السابقة بالحامض يتكون راسب متجبن – ويفصل بالترويق ثم يغسل عدة مرات لكي يمكن الحصول على كازين نقي خالي تماما من الرماد ، والكزين له القدره على الأحتفاظ بخواصه حتى لو عومل مرات عديدة بقلوي وأيضا لو سخن مع القلوي إلى 100م ولتجفيف راسب الكازين المحضر بالطريقة السابقة يفضل تسخينة تحت تفريغ وعلى درجات حرارة منخفضة بقدر الإمكان وهناك طريقتين هما :

أ) طريقة فانسلايك :

وفيه يستعمل اللبن الفرز حديث والمنزوع منه الدسم على درجة 15م ويوضع فى إناء كبير سعته 3-5 لتر مجهز بمحرك (2000 – 3000 لفة / دقيقة) وهذا الإناء مجهز بماصة متصلة بأنبوبة رفيعة موضوعه ملاصقة لعمود المحرك ويوضع فيها الحامض بحيث تسمح لإضافة الحامض أن تتم ببطء شديداً جداً (4.5 ماء / لتر لبن) فى مده نصف ساعة ، والحامض المستعمل فى هذه الطريقة عبارة عن HCL , CH3 – CooH عياري بنسبة 2:1 ويضاف الحامض حتى 6مل / لتر لبن ثم تقلل نسبة الأضافة حتى تصل إلى قرب منطقة التجميع للكازين فينفصل الكازين نظرا لزيادة الحموضة عند هذه الدرجة ويترك 3 ساعات حتى ينفصل الكازين بالترسيب ، ويعرف ذلك بتكون طبقة سائلة شفافه فوق اللبن مباشرة وفى هذه الطريقة تصل كمية الحامض التى تضاف إلى لتر لبن هى 9 مل ويفصل الراسب المتجمع بالطرد المركزي ثم يغسل بالماء من 4-5 مرات ثم بالكحول .

ب) طريقة هوميرستين Hommersten :

فيها يخفف اللبن الخالي من الدهن بأربعة أمثال حجمه من الماء المقطر ثم يضاف إليه 10% حامض خليك مع التحريك المستمر ويفصل السائل الرائق فوق راسب الكازين ، ثم يضاف حجم مساوى من الماء المقطر بدلا من ماء الغسيل ويحرك جيداً ثم يترك الراسب ليرسب ، يفصل ماء الغسيل ويستبدل بكمية أخرى من الماء وتكرر العملية من 4-5 مرات ، الكازين الناتج يذاب ى أقل كمية من NH4OH ويرشح المحلول على طبقة من

الأسبتوس أو الشاش ، ويرسب الكـازين بواسـطة حمض خليك ثم يؤخذ الراسب ويـذاب ثانية فى NH4OH يم يرسب ويرشح وتكـرر هذه العملية عدة مرات للتنقية ، وأخيراً يغسل الراسب عدة مرات بالمــاء المقطر ثم يوضع فى شــاش ويغسل بــالكحول ثم الأتــير لفصل أي أثـار من الـدهون ثم يخفف الكـازين النـاتج تحت تفريغ على درجة حرارة بين 60-70م

البارا كازين Para Casin

يشبه الكازين فى خواصه الحمضية وبتسـخين فى جو مشـبع بالرطوبة يتحول إلى صفائح رقيقة من حالة مسـحوق ، وإذا تـرك الباراكازين (تحت النشاط الإنزيمي فإنه يتحلل إلى عدة مركبـات يمكن فصـلها كـالآتي) يتم فصل المـركب الأول بواسـطة NaCl فيترسب باركــازين A ثم الترشــيح ،والراشح يضــاف إليه حمض خليك مخفف فيترسب بــاراكزين B ثم الترشــيح ويضــاف إلى الراشح محلول 60% كبريتات أمونيوم – فيترسب باراكازين C

الجلوبيولين (خواصه) :

قابل للذوبان فى محاليل أملاح الأحمــاض المعدنية المعتادلة وكذا الأحماض المعدنية المخففة .

أنزيمات اللبن :

يحتــــوى اللبن على عـــدد قليل نســـبياً من الأنزيمـــات والسرسوب غـنى فى بعض الأنزيمـات الخاصة مثل الأميلـيز ، أما أغلب الأنزيمـات الموجـوة فى اللبن العـادي فلا يـزال فعلها غـير واضح تماماً .

وأمكن دراسة إنزيمــات اللبن بملاحظة ســيرها على بيئــات مختلفة من اللبن وهـــذا دليل على أن اللبن نفسه يعتـــبر بيئة مناســبة لنشــاط الأنزيمـــات وهو على الحالة الطازجة ، وأهم الأنزيمات التى توجد فى اللبن وظروف نشاطها كالأتي

الأنزيم	المادة التى يؤثر عليها الأنزيم	PH
ا) الأنزيمـــــــات المحللة (أستريز)		

أ- ليبيز	**زبدة – دهن اللبن**	**5.5-8.5**
ب- مونوبيوتريز	**أسترات البيوتريك**	**8.00**
ج- فوسفاتير	**أسترات الفوسفات**	**6 – 10**
2- بروتيونيز	**بروتينات اللبن**	
3- كوبوهيدريز		
أ- اللاكتيز	**سكر لاكتوز**	**5 – 7.5**
ب- أميليز		
ج- ديهيدروجنيز		
د- كتاليز		

ليبيز اللبن :

يؤثر هذا الإنزيم على الدهون وهي على هيئة مستحلب مائي وكذلك على القشدة التى تحتوى على 30-40% مادة دهنية

ويمكن إجـــراء هـــذه التجربة بتســـخين القشـــدة أولا لدرجة الغليان للتخلص من الأنزيمات الموجودة بها طبيعا ثم يضـــاف إلى المستحلب محلول به أنزيم ليبيز وتعدل درجة الحموضة

لون أزرق دل ذلك على أن اللبن تم تسخينة على درجة أكبر من 60م

لون أحمر برتقالي دل ذلك على أن اللبن تم تسخينة على درجة أقل من البسترة

لون أصفر (لون يود) دل ذلك على أن اللبن لم يتم تسخينه أو سخن على درجة حرارة ضعيفة

أنزيم ديهيدروجيز :

وهو من أنزيمـات الأخـتزال ويمكن إثبـات وجـوده بإسـتخدام مادة يتغير لونها بالأختزال مثل أزرق ميثيلين

رابعاً البول

الخواص الطبيعية للبول :

يتراوح حجم البول الذى يفـرزه شـخص بـالغ سـليم ما بين 1 لتر إلى 2 لتر يوميـاً وتعتمد كمية البـول المفـرزه على مقـدار ما يأخذه الشخص من السـوائل ومقـدار مايفقـده عن طريق العـرف كما تعتمد أيضا على نوع الغذاء ودرجة حرارة الجو ،ومن المعروف أن كمية البول تزيد بزيـادة كمية السـوائل الـتى يتناولها الإنسـان وتقل عند نقصـها ، كما أن الأغذية البروتينية تسـاعد على زيـادة حجم البول نتيجة لكية البولينا المفرزه وتأثيرها على إدرار البـول ومن المعروف أيضا أن بعض المنبهات كالشاي والقهوة والكاكـاو يزيد حجم البـول نتيجة للتـأثيرات العصـبية والقلق مع ملاحظة زيادة عدد مرات التبـول ،ويقل حجم التبـول صـيفا بزيـادة العـرق والجو الحار ، أما التغيرات الباثولوجية فى حجم البول منها :

1- **يقل حجم البول فى حلالات البول السكري والبـول السـكري الحميد وبعض أمراض الكلى**
2- **تقل فى حـالات التهـاب الكلى الحـاد وأمـراض القلب والحمى وفى بعض الأمراض المصحوبة بقئ وإسهال**

الكثافة النوعية :

تتراوح الكثافة النوعية للبول / 24 ساعة ما بين 1010-1024 وقد تختلف الكثافة النوعية للبـول نتيجة للغـذاء بالسـوائل سـاعة جمعها كذلك لنشاط الشخص ، ومن المعـروف أن الكثافة النوعية تختلف بإختلاف نسبة المـواد الذائبة فيه ، وقد تقل نتيجة للإكثـار من السـوائل وقد تزيد إلى 1040 بعد زيـادة كمية العـرق بتركـيز المواد الغذائية مع نقص كمية الماء ، كما تزيد الكثافة النوعية عند ظهـور بعض المركبـات الباثولوجية فى البـول كما هو الحـال فى مرضى البول السـكرى وتصل إلى 1040 وأكـثر ، كما تزيد الكثافة النوعية عند ظهـور الـزلال فى البـول ومن الممكن معرفة كمية المواد الصلبة فى البول من معامل يسمى معامل لونج .

فمثلا كمية المواد الصـلبة فى بـول كثافته النوعية 1020 = 20 × 2.55 = 53.2 جم / لتر وتقل الكثافة النوعية بتناول سوائل بكـثرة أو في مـرض البـول السـكري الحميد وقد تصل إلى 1005 لكثرة الماء

اللون : البول أصفر اللون أو كهرمـائي ويتغـير اللـون بتغـير كمية البول المفرزه ولذلك نجد أن اللون يزيد تركيزا فى الصـيف لقلة حجم البول ، ويصير أصـفر شـاحب فى الشـتاء نتيجة لزيـادة حجم البول ويعتبر Urochrome هى الصبغة الأساسية فى البـول

، وينتج من إتحـاد عديـدي البيتيد Poly peptide مع اليـوربيلين Urobiline وكمية اليـوروكروم المفـرزه يوميا ثابتة ، وبجـانب اليـوروكروم توجد عـدة صـبغات أخـرى بكميـات قليلة مثل اليوروبيـولجين واليـوروإرثين Uroerytherene والبورفيرينـات Porpherines وهناك بعض التغـيرات الطبيعية فى اللـون فمثلا بعد تناول كميـات من الحلويـات الملونة بـالأثيلين أو بعض المـواد الغذائية الملونة طبيعيا مثل التوت الأسود فتؤدي هذه المـواد إلى تغير لون البول .

وقد يتغر لون البلو أيضا نتيجة تنـاول بعض العقـاقير الملونة التى تفرزم بواسـطة الكلى وتلـون البـول ، فمثلا صـبغة الميثلين الأزرق تعطى لون أزرق وصبغة الرواند تعطى بول لونه برتقـالي محمر ، والفينولفثالين يعطى لون أحمر ،والفينـولات تعطى لـون أسود بني .

وفيما يلي بعض التغيرات المرضية :

- **عـديم اللـون تقريبا فى حـالات البـول السـكري والبـول السكري الحميد .**
- **برتقـالي نتيجة وجـود يـوروبيلين فى حـالات زيـادة إنحلال الكرات الحمراء واليرقان والأنيميا الخبيثة .**
- **أحمر بني – لوجود كرات حمراء نتيجة نزيف فى البول**
- **أسود بني – لوجود صبغة الميلانين**
- **أخضر مترب – لوجود مادة الإنديكان وكذا فى مرض الكولـيرا والتيفود وفى حالة الغرغرينا الرئيسية .**

التفاعل **reaction :**

ويقصد به حموضة البـول أو قلويته . ويختلف تفاعل البـول بإختلاف أنواع الحيوانـات ومن وقت لآخر فى الحيـوان نفسه تبعا لنـوع الغـذاء والتمثيل الغـذائي الـذى يحـدث داخل الجسم ويكـون البـول حامضـيا فى الحيوانـات أكلة اللحـوم ، وقلويا فى أكلة العشب ويتغير فى الحيوانات التى تأكل اللحوم والأعشاب ، ففى حالة الخضروات يكون قلويا ولكن عند تناول لحم فيكون حامضيا .

ويتفـاوت PH فى ماشـية اللبن من 5.4 – 7.4 أما بـول الإنسـان فيـترواح بين 7.4-8.4 ولكنه فى الغـالب حامضي وذلك بالرغم من قلوية الدم الذى يحتـوى على فوسـفات قاعـدي ولكن الكلى تقـوم بـإفراز فوسـفات حامضي ويبقى للجسم القلويـات

والقواعد اللازمة فى الدم , ومن الملاحظ أن البول يكون متعادلا أو قلويا بعد مضى ساعة من تناول وجبة غنية بالبروتين وذلك بسبب تكوين NH4Cl فى المعدة ويعرف هذا بقاعدية البول Alkaline tide وتزيد حموضة البول بعد القيام بمجهود عضلي شاق وذلك لتكوين حمض اللاكتيك أو بعد تناول كلوريد النشادر ، أما البول فيكون قلويا عند تناول كميات كبيرة من البيكربونات أو سترات الصوديوم والبوتاسيوم أو طرطرات الصوديوم والبوتاسيوم أم كربونات النشادر فلا تجعل البول قلويا حيث أنها تتحول إلى بولينا وهي متعادلة .

المظهر :

يكون البول رائقا عند إخراجه وشفافا إلا إذا كان قلويا فإنه يظهر عكرا لترسب أملاح الفوسفات القاعدية وهكذا فإن النبايتون لهم بول عكر . وإذا ترك البول الرائق فترة من الزمن نجد أنه يصبح عكرا نتيجة لترسيب بعض البروتينات المخاطية Muco protein أو نيكلوبروتين الذى مصدرها النسيج الطلائي . وقد تتحول البولينا إلى نشادر بفعل البكتريا عند ترك البول فترة ويصبح قلويا وترسب الفوسفات القاعدية . أما إذا كان البول قاعدي فإن أملاح البوليك تترسب وكذا أملاح الأكسالات .

الرائحة :

للبول رائحة مميزه لم يتعرف على سببها بعد وقد تتغير الرائحة نتيجة لتناول الحلبة وغيرها وقد تصبح رائحته مثل النشادر نتيجة تحويل البولينا بواسطة البكتريا إلى رائحة النشادر وقد تظهر رائحة الأسيتون فى حالات الصيام وحالات إضطراب تمثيل الدهون الغذائي كما يحدث فى البول السكري (رائحة التفاح المعطر)

المكونات الفسيولوجية للبول :

تكون البولينا نصف المواد الصلبة بالبول تقريبا (حوالي 25جم) بينما يكون NaCl حوالي 15 جم أي ربع المواد الصلبة

أ) المواد النيتروجينة فى البول :

1- البولينا (25-35 جم يومياً) بمتوسط 30 جم

وتمثل النتائج النهائي لتمثيل المواد البروتينية فى الثدييات ، وتعتمد كمية البولينا على كمية البروتين فى الغذاء ، وفى

الحالات الفسيولوجية تكون البولينا من 85-90% من النتروجين الكلى وتقل هذه النسبة فى حالة نقص بروتين الغذاء

وتزيد كمية البولينا فى البول فى حالة زيادة تكسير البروتينات فى الجسم كما هو الحال عند الإصابة بالحمى أو البول السكري أو عند زيادة افرازات القشرة الكظرية

- **وتقل كمية البولينا فى حالات إصابة الكبد الشديديه فيحدث نقص فى تكوين هذه المادة**
- **تقل البولينا فى حالة الحموضة حيث أن جزءا من النتروجين الذى يتحول إلى بولينا يتحول إلى نشادر لمعادلة الحموضة (ولكن لا تتكون النشادر من البولينا مباشرة)**
- **كما تقل البولينا فى البول فى حالات الإلتهابات الكلى لفشل الأنابيب الكلوية فى إفرازها ولي سلنقص فى تكوينها وتزيد كميتها فى الدم فى نفس الوقت .**
- **ويعتبر اليوريا هي الناتج النهاي لتمثيل البروتين والأحماض الأمينية والتخلص من النشادر فى صورة يوريا ، ويتم تكيون هذه المادة (اليوريا) فى الكبد ثم تنتشر خلال الدورة الدموية ويتم التخلص منها خلال الكلى .**

ب- حمض البوليك **Uric acid : يفرز فى البول بكمية 1 جم / 24 ساعة ويتكون حمض البولين Uric اساسا نتيجة لتمثيل البيورينات فى الجسم .**

مصادر حمض البوليك :

1-مصدر داخلي : نتيجة لتكسير البروتينات النووية فى الخلايا
2-مصدر خارجي : من البروتينات النووية وقواعد البيورينات فى الغذاء

ويوجد حمض البولي كفى البول على صورة أملاح وذلك لعدم ذوبانه فىالماء ولكنه يذوب فى القلويات ويتسرب فى البول الحامضي على صورة بللورات متعددة الأشكال وقد تكون البللورات المترسبة ملونة نتيجة لإمتصاص صبغات البول عليها ، وتزيد نسبته فى الحالات الآتية :

1-في حالات إصابات الكبد الشديده وفى بعض فترات مرض النقرس
2- كما تزيد كميته فى حالات سرطان الدم

هــذا وقد يترسب حمض البــولي كفى الجهــاز البــولي فى الكلى مثلا أو الحالب أو في المثانة مكونا حصوات بولية

3-النشادر :

تفرز الأجسام الحية الزيـادة من الأمونيا والناتجة من تكسـير الأحماض الأمينية وخاصة الجلوتـامين (تحت تـأثير الجلوتـامينيز) ويتم اخراج النشادر بواحد من ثلاثة طرق :

أ) فى صورة أمونيا ammonotelic (ammonia excreting)

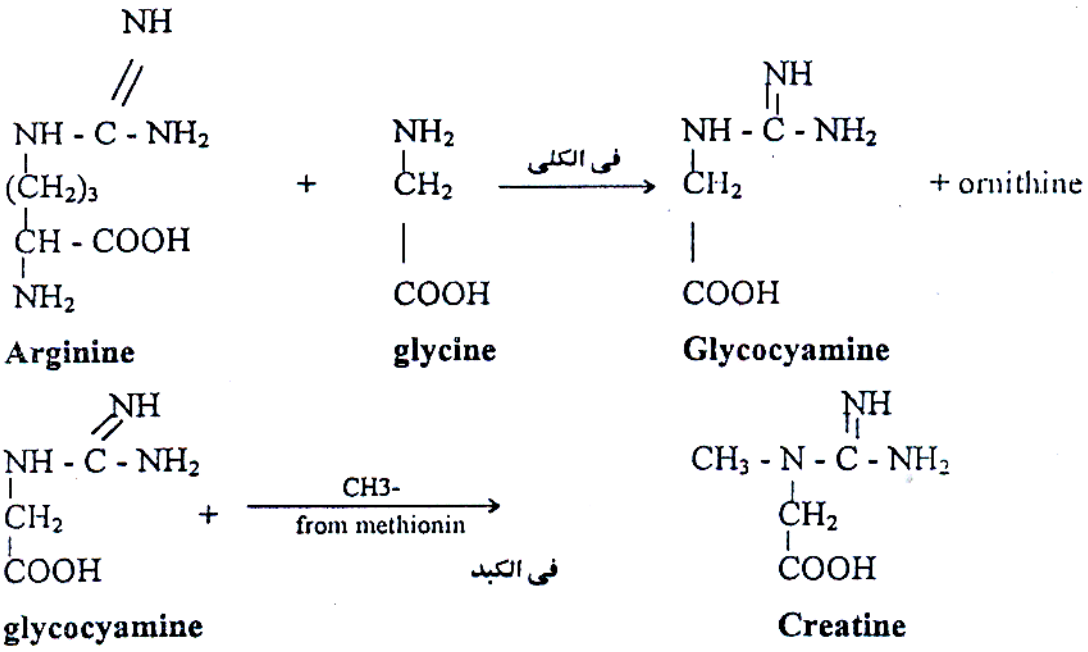
ب) فى صورة يوريا ureotelic (urea excreting)

ج) فى صـــورة حمض يوريك uricotelic (uric acid excreting)

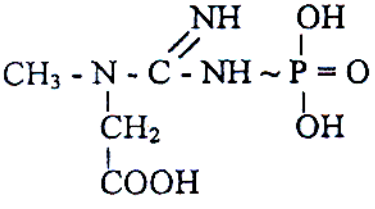
وهي توجد فى البول بنسبة 0.7 جم / 24 ساعة فى الشخص العادي وتزيد الآمونيا فى حالات الحموضة الشـديدة ، وهنـاك رأي يؤكد أن نسـبة الآمنونيا تزيد كنـوع من الـدفاع ضد الحموضة ، كما لوحظ أن نسبة الآمونيا لا تزيد عند تناول كميـات كبـيرة من أملاح الأمونيوم وذلك لأنها تتحول فى الكبد إلى يوريا (أقل سمية)

4-الكرياتينين Creatinine :

ويفرز الإنسان فى البول 24 ساعة كمية قـدرها 0.5-1.5جم



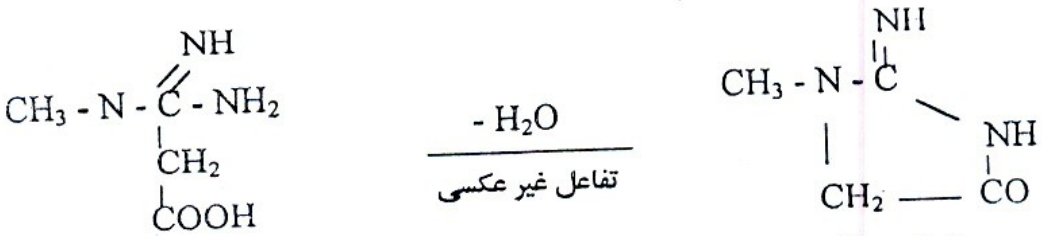
ويعمل الكرياتين كمادة مستقبلة للفوسفات فى العضلات وبذلك يتحول الى مركب كرياتين فوسفات وهو الغنى بالطاقة



ويوجد الكرياتين بنسبة 5 ملليجرام / 100 مل ويوجد بنسبة عالية فى كرات الدم الحمراء ولا يفرز في البول لأعادة امتصاصه بواسطة الأنابيب الكلوية ولكنه يوجد في البول في :

- **الأطفال**
- **السيدات أثناء الرضاعة وبعد الولادة بـ 40 يوم**
- **في بعض الأمراض مثل السل**

وعند نزع جزئ ماء من الكرياتين يتحول إلى الكرياتينين (بنسبة 2.5مجم / 100 مل) ولا فائدة منه للجسم وبذلك يتم إفرازه فى

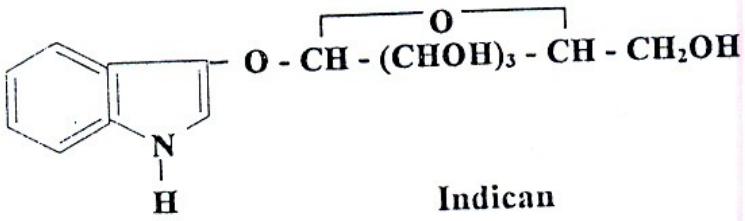


Creatine Creatinine

٥- الأنديكان: Indican

* يتكون الانديكان من اتحاد ال Indoxyl مع الجلوكوز.

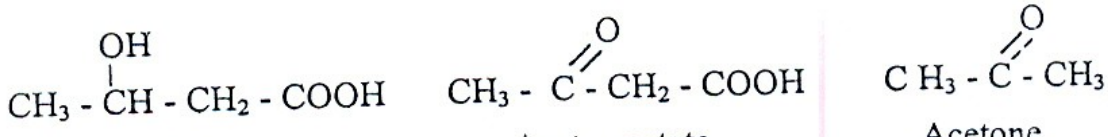
* تزيد نسبتها فى البول فى حالات تعفن الأمعاء او الأمساك الشديد وفى امراض الحميات.



Indican

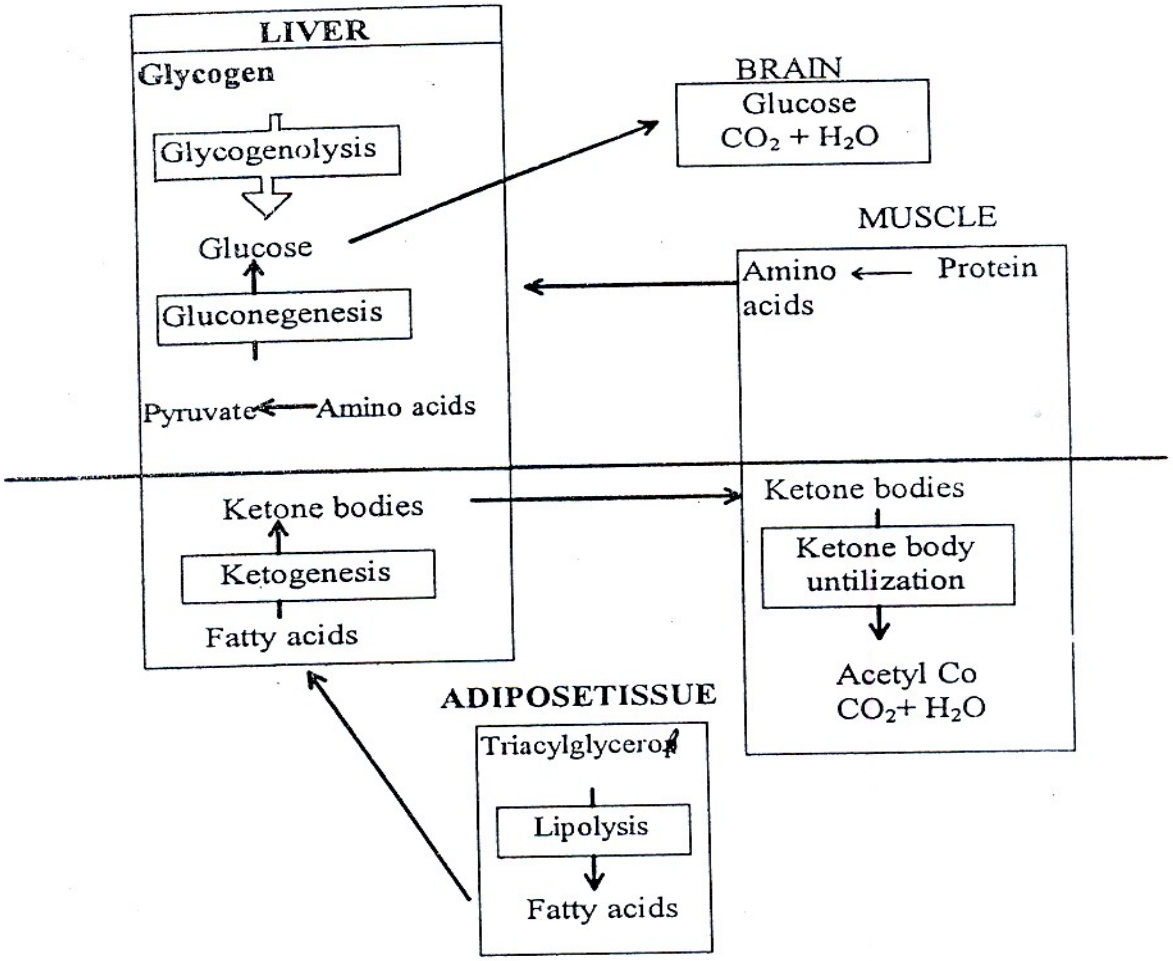
٦- الأجسام الكيتونية: Ketone bodies

الأجسام الكيتونية هى عبارة عن مركبات الأسيتون والأسيتوخليك وحمض بيتا هيدروكسى بيوتيرويك.



B- hydroxybutyrate Aceto acetate Acetone

* ويتم تكوين الاجسام الكيتونية (formation of ketone bodies) Ketogenesis فى الكبد وتستهلك بواسطة العضلات.



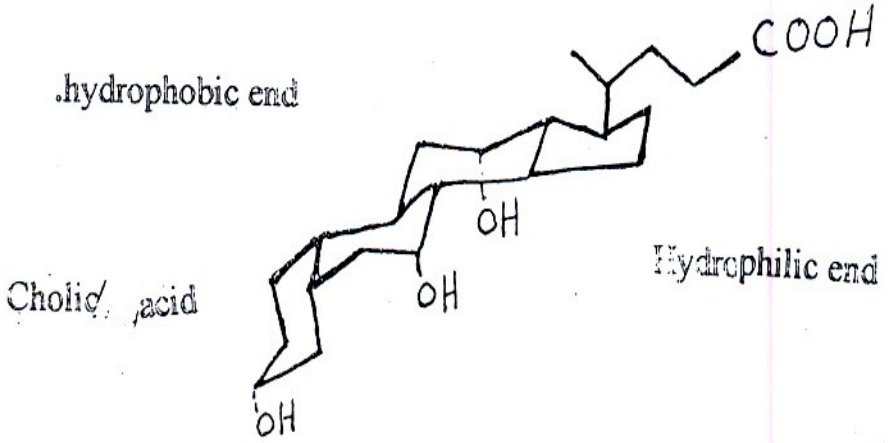
ة
S **ا**
)

- **وعندما يقل استهلاك الاجسام الكيتونية الموجـودة فى الـدم فتزيد نسـبتها وكـذلك تزيد أيضا عند زيـادة معـدل هـدم الأحمـاض الدهنية ، فيبـدأ إفرازها فى البـول وخاصة عند مرضى البول السكري .**

أحماض المرارة *Bile acid* :

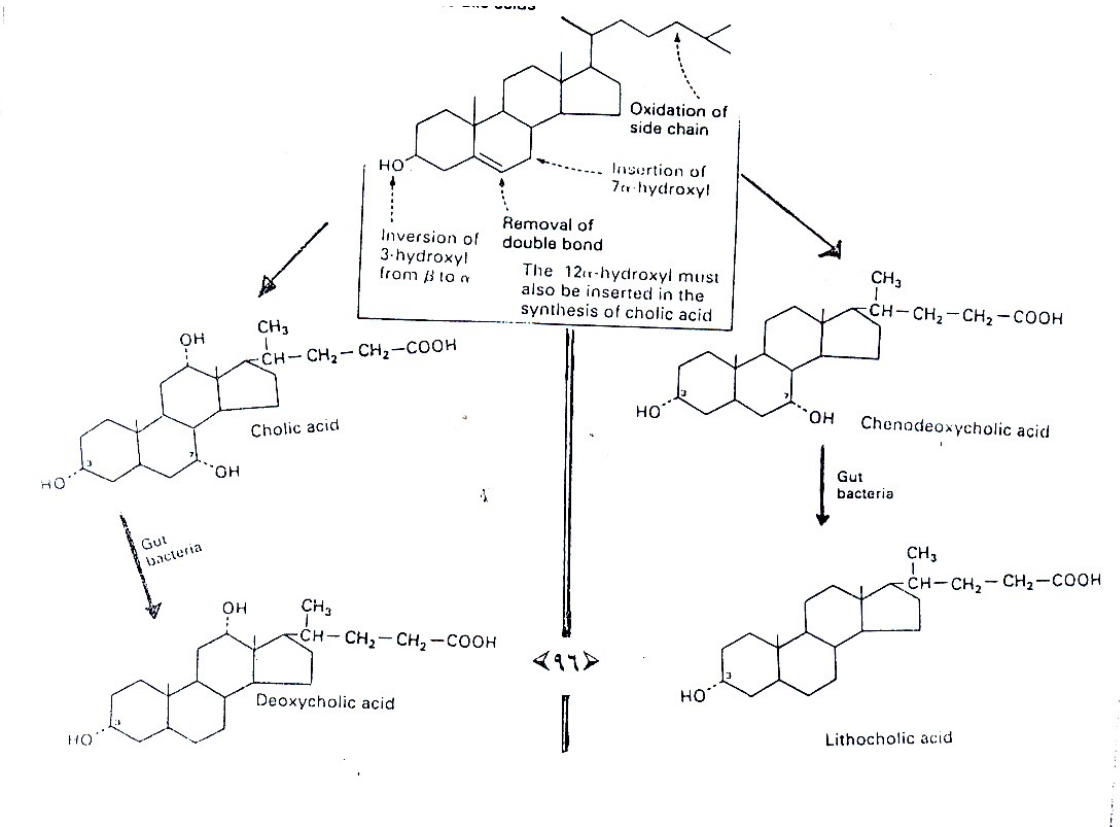
تتكـون الصـفراء Bile فى الكبد وتفـرز فى القنـاة المرارية إلى المـرارة حيث يتم تخزينها لحين إسـتخدامها ومرورها إلى الإمعاء

- **وتتميز الا؛ماض المرارية بوجود جـانبين أحـدهما محب للمـاء والمركبات القطبية Hydrophilic end والجـانب الآخر غـير**



تكوين أحماض المرارة

- يعتـبر تكـوين الأحمـاض المرارية هو الطريق الوحيد للتخلص من الكوليسترول الزائد
- يتحـول الكوليسـترول فى الكبد إلى مركـبين أساسـيين من مركبات الصفراء :

أ- حمض الكوليك Choilic acid الــذى يتحــول بواســطة بكتريا الأمعاء إلى حمض ديوكس كوليك

ب- كينوديوكسي حمض الكوليك Cheno deoxy cholic الــذى يتحول أيضا بواسطة بكتريا الأمعاء إلى حمض ليثوكوليك